

**PENGEMBANGAN PRAKTIKUM VIRTUAL BERBASIS ANDROID
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES
SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI
DI TINGKAT SMA/MA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir Dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh
NURUL LATIFAH
1511060307

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441H/ 2019 M**

**PENGEMBANGAN PRAKTIKUM VIRTUAL BERBASIS ANDROID
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES
SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI
DI TINGKAT SMA/MA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir Dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

**Oleh
NURUL LATIFAH
1511060307**

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd

Pembimbing II : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439H/ 2019 M**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN PRAKTIKUM VIRTUAL BERBASIS *ANDROID*
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES
SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI
DI TINGKAT SMA/MA

Oleh
NURUL LATIFAH

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media praktikum virtual berbasis *android* yang dilihat dari segi kelayakan dan keefektifan media praktikum virtual berbasis *android* dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Jenis penelitian ini adalah penelitian R&D (*Research & Development*) yang mengacu pada tahapan penelitian dan pengembangan oleh *Borg and Gall* sampai dengan tahapan 9. Instrument yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara, angket validasi ahli (media, bahasa, dan materi), angket respon peserta didik, soal KPS, dan dokumentasi. Berdasarkan hasil penelitian pada kelayakan media praktikum virtual berbasis *android* dikatakan “sangat layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran biologi dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI. Hal tersebut terlihat dari hasil persentase rata-rata validator ahli media sebesar 99,30%, validator ahli materi sebesar 97,92%, dan validator ahli bahasa sebesar 82,35% sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata dari ketiga validator memiliki kriteria “Sangat Layak”. Sedangkan untuk respon peserta didik mendapat rata-rata sebesar 83,17% dengan kriteria “Sangat Menarik”. Kemudian untuk melihat keefektifan media dilihat dari hasil uji t *Independent* $L_{hitung} = 13,37 > L_{tabel} = 1,70$ dengan rata-rata nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,70 dan kelas kontrol sebesar 0,24. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa media praktikum virtual berbasis *android* sangat layak dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran biologi dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI di SMA Negeri 15 Bandar Lampung.

Kata Kunci : *Android*, Biologi, Keterampilan Proses Sains, Media Praktikum Virtual



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis *Android* Sebagai Media Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI Di Tingkat SMA/MA**

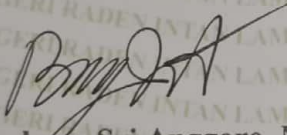
Nama : **Nurul Latifah**
NPM : **1511060307**
Prodi : **Pendidikan Biologi**
Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

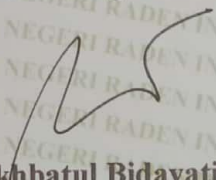
MENYETUJUI

**Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.
NIP. 19840228 2006 04 1 004


Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd.
NIP. -

**Mengetahui,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi**


Dr. Eko Kuswanto, M.Si.
NIP. 197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **PENGEMBANGAN PRAKTIKUM VIRTUAL BERBASIS ANDROID SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI DI TINGKAT SMA/MA.** Disusun oleh: Nurul Latifah, NPM: 1511060307, Jurusan: Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah pada hari/ tanggal: Jumat/ 22 November 2019.

TIM DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Eko Kuswanto, M.Si. (.....)
Sekretaris : Aryani Dwi Kesumawardani, M.Pd. (.....)
Penguji Utama : Fredi Ganda Putra, M.Pd. (.....)
Penguji Pendamping I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd. (.....)
Penguji Pendamping II : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd. (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.
NIP. 19640828 1988 03 2 002

MOTTO

فَتَعَلَىٰ اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ ۚ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ إِلَيْكَ وَحْيُهُ ۚ وَقُلْ رَبِّ
زِدْنِي عِلْمًا ﴿١٤﴾

Artinya : Maka Maha Tinggi Allah raja yang sebenar-benarnya, dan janganlah
kamu tergesa-gesa membaca Al qur'an sebelum disempurnakan
mewahyukannya kepadamu[946], dan Katakanlah: "Ya Tuhanku,
tambahkanilah kepadaku ilmu pengetahuan." (QS. Thaha: 114)¹

¹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Terjemah*.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah wa syuurillah. Sujud syukur kepada Alloh SWT.
Berkat rahmat sehat yang diberikan, pertolongan, serta Ridho dari-Nya.
Maka dengan penuh rasa bahagia ku persembahkan skripsi ini kepada :

1. Kedua orangtua ku tercinta Ayahanda Cholid Ahmadi dan Ibunda Mudrikah yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, dukungan, kesabaran, serta doa yang tak pernah putus dalam menghantarkan ku menuju keberhasilan.
2. Kakek Nenekku H.Marsidi dan Hj.Harkiyah yang tak pernah henti dalam memberikan dukungan dan doa dalam meraih keberhasilan.
3. Adik-adikku tersayang Mar Ati Rosidah dan Muhaimin Maksu yang menjadi motivasiku dalam mencapai keberhasilan serta para sepupuku yang selalu memberikan semangat.
4. Teman-teman seperjuanganku Biologi E yang senantiasa mendukung perjalananku.
5. Almamaterku tercinta UIN Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Nurul Latifah, lahir di Sendang Agung, 19 Desember 1996 yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Ayah Cholid Ahmadi dan Ibu Mudrikah.

Penulis mengawali pendidikan formalnya di Taman Kanak-Kanak yaitu di TK Mambaul Hisan Pringsewu pada tahun (2001-2002), kemudian melanjutkan ke tingkat SD yaitu di SD Negeri 3 Sendang Mulyo pada tahun (2002-2008), kemudian melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama yaitu di MTs Ma'arif 03 Sendang Rejo pada tahun (2008-2011), kemudian melanjutkan lagi ke jenjang sekolah menengah atas yaitu di MAS Al-Mahfudziyah 307 Kalidadi pada tahun (2011-2014), dan pada tahun 2015 peneliti resmi terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung melalui jalur (UM-PTKIN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti kuliah kerja nyata (KKN) di desa Jatisari dan melaksanakan praktek pengalaman lapangan (PPL) di SMK Negeri 7 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Alloh SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan serta petunjuk- NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul : “Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis *Android* Sebagai Media Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI di Tingkat SMA/MA”. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat, serta pengikut setia beliau. Penulis menyusun skripsi ini sebagai bagian dari persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada program Strata 1 (S1) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung dan telah penulis selesaikan sesuai dengan rencana.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak khususnya dari dosen pembimbing skripsi, sehingga dapat diselesaikan sesuai dengan harapan. Oleh karena itu, melalui skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Dr. Bambang Sri Anggoro selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

4. Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd selaku pembimbing II, yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh perkuliahan sampai selesai.
6. Kepala Sekolah, guru dan staf TU SMA Negeri 15 Bandar Lampung yang telah memberikan bantuan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Sahabat-sahabatku Dion Eka Putra Pangestu, Putri Wiwin Handayani, Indah Putri Dianti, Putri Ayu Surya Asih, Khusnatun Nisa, dan khususnya biologi E dan biologi angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan dicatat sebagai amal ibadah disisi Allah SWT. Dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran kepada pembaca yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 24 Oktober 2019

Penulis

Nurul Latifah

NPM. 1511060307

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A Latar Belakang Masalah	1
B Identifikasi Masalah	14
C Batasan Masalah.....	16
D Rumusan Masalah	16
E Tujuan Penelitian	17
F Manfaat Penelitian	18
G Spesifikasi Produk.....	19
H Asumsi dan Keterbatasan Produk	20
BAB II LANDASAN TEORI	
A Media Pembelajaran.....	22
a Pengertian Media Pembelajaran.....	22

b Ciri-Ciri Media Pembelajaran	23
c Fungsi Media Pembelajaran	24
d Manfaat Media Pembelajaran	25
e Macam-Macam Media Pembelajaran.....	26
f Media Berbasis Teknologi	26
B Praktikum Dalam Pembelajaran Biologi	28
C Praktikum Virtual	29
D <i>Android</i>	31
E Keterampilan Proses Sains	35
F Kajian Materi Sel	41
G Story Board Produk Media Praktikum Virtual Berbasis <i>Android</i>	52
H Penelitian yang Relevan	59
I Kerangka Berpikir	61

BAB III METODE PENELITIAN

A Jenis Penelitian.....	64
B Waktu dan Tempat Penelitian	65
C Prosedur Penelitian dan Pengembangan	65
D Teknik Pengumpulan Data.....	73
1 Angket.....	74
2 Wawancara.....	75
3 Dokumentasi	76
E Instrumen Penelitian	76
1 Angket Validasi Ahli Media	79
2 Angket Validasi Ahli Bahasa.....	80
3 Angket Validasi Ahli Materi.....	82
4 Angket Tanggapan Peserta Didik	83
5 Dokumentasi	84
F Teknik Analisis Data	84
a Angket Validasi.....	85
b Angket Tanggapan Peserta Didik Setelah Uji Coba Produk	87
c Tes	88

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A Hasil Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis *Android*... 95

B Pembahasan 166

DAFTAR PUSATAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perkembangan Versi Sistem Operasi <i>Android</i>	34
Tabel 2.2 Statistik Penggunaan <i>Android</i> Perversi	34
Tabel 2.3 Indikator Keterampilan Proses Sains	37
Tabel 2.4 Kajian Kurikulum 2013 Pada Materi Sel	41
Tabel 2.5 Uraian Materi	43
Tabel 2.6 Story Board Media Praktikum Virtual Berbasis <i>Android</i>	53
Tabel 3.1 Kriteria Dalam Penilaian Media Pembelajaran Berdasarkan Pada Kualitas Menurut Walker & Hess	77
Tabel 3.2 Instrumen Penelitian	78
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Angket Untuk Ahli Media	79
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Angket Ahli Bahasa	81
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Angket Ahli Materi	82
Tabel 3.6 Kisi-Kisi Angket Tanggapan Peserta Didik	82
Tabel 3.7 Skala Likert	85
Tabel 3.8 Kriteria Kelayakan	86
Tabel 3.9 Skala Likert Responden Peserta Didik	87
Tabel 3.10 Kriteria Kelayakan	88
Tabel 3.11 Interpretasi Validitas	89
Tabel 3.12 Kriteria Reliabilitas	90
Tabel 3.13 Tingkat Kesukaran	91
Tabel 3.14 Hasil Uji Tingkat Kesukaran	91
Tabel 3.15 Klasifikasi Daya Pembeda	92
Tabel 3.16 Hasil Uji Coba Daya Pembeda	92
Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media (Sebelum Revisi)	111
Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media Sesudah Revisi	118
Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi (Sebelum Revisi)	125
Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Materi Sesudah Revisi	131
Tabel 4.5 Hasil Validasi Ahli Bahas Sebelum Revisi	138

Tabel 4.6 Hasil Validasi Ahli Bahasa Sesudah Revisi	143
Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Revisi Pada Validasi Ahli Media	149
Tabel 4.8 Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Revisi Pada Validasi Ahli Materi	152
Tabel 4.9 Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Revisi Pada Validasi Ahli Bahasa	154
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Responden Peserta Didik Pada Uji Coba Produk Pendahuluan	155
Tabel 4.11 Rata-Rata Nilai Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	157
Tabel 4.12 Data Nilai N-Gain Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	159
Tabel 4.13 Data Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen Pada Setiap Indikator Keterampilan Proses Sains	159
Tabel 4.14 Uji Normalitas Kelas Kontrol Terhadap Keterampilan Proses Sains	162
Tabel 4.15 Uji Normalitas Kelas Eksperimen Terhadap Keterampilan Proses Sains	162
Tabel 4.16 Uji Homogenitas Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen Terhadap Keterampilan Proses Sains	163
Tabel 4.17 Hasil Uji <i>t Independent</i>	164
Tabel 4.18 Hasil Responden Peserta Didik Pada Uji Coba Produk	165

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Berpikir	63
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penggunaan Metode Research And Development (R&D) Menurut Borg And Gall	66
Gambar 3.2 Langkah-Langkah Pengembangan Media Praktikum Virtual Berbasis <i>Android</i>	73
Gambar 4.1 Tampilan Awal Media Praktikum Virtual berbasis <i>Android</i> ...	104
Gambar 4.2 Tampilan Kedua Media Praktikum Virtual berbasis <i>Android</i> ..	105
Gambar 4.3 Tampilan Sub-Sub materi Sel	106
Gambar 4.4 Tampilan Laboratorium Virtual Sel	107
Gambar 4.5 Tampilan Awal Menu Evaluasi	108
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Evaluasi	109
Gambar 4.7 Tampilan Nilai Hasil Mengerjakan Soal Evaluasi	110
Gambar 4.8 Grafik Penilaian Ahli Media Sebelum dan Sesudah Revisi	124
Gambar 4.9 Grafik Penilaian Ahli Materi Sebelum dan Sesudah Revisi	137
Gambar 4.10 Grafik Penilaian Ahli Bahasa Sebelum dan Sesudah Revisi ..	148
Gambar 4.11 Tampilan Awal Sebelum Revisi	149
Gambar 4.12 Tampilan Awal Sesudah Revisi	149
Gambar 4.13 Tampilan Petunjuk Praktikum Sebelum Revisi	150
Gambar 4.14 Tampilan Petunjuk Praktikum Sesudah Revisi	150
Gambar 4.15 Tampilan Halaman Awal Sebelum Revisi	150
Gambar 4.16 Tampilan Halaman Awal Sesudah Revisi	150
Gambar 4.17 Tampilan Halaman Evaluasi Sebelum Revisi	151
Gambar 4.18 Tampilan Halaman Evaluasi Sesudah Revisi	151
Gambar 4.19 Tampilan Font Sebelum Revisi	151
Gambar 4.20 Tampilan Font Sesudah Revisi	151
Gambar 4.21 Tampilan Materi Sebelum Revisi	152
Gambar 4.22 Tampilan Materi Sesudah Revisi	152
Gambar 4.23 Tampilan Menu Materi Sebelum revisi	153

Gambar 4.24 Tampilan Menu Materi Sesudah Revisi	153
Gambar 4.25 Tampilan Langkah Kerja Praktikum Sebelum Revisi	154
Gambar 4.26 Tampilan Langkah Kerja Praktikum Sesudah Revisi	154

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Produk	
Media Praktikum Virtual Berbasis <i>Android</i>	180
<i>Story Board</i>	181
Dokumentasi Penelitian.....	187
Lampiran B. Instrumen Penelitian	
Kisi-Kisi Soal Keterampilan Proses Sains	191
Angket Validasi Ahli Media.....	203
Angket Validasi Ahli Materi	239
Angket Validasi Ahli Bahasa	259
Angket Respon Peserta Didik.....	274
Lampiran C. Analisis Data Penelitian	
Analisis Data Penelitian Ahli Media	289
Analisis Data Penelitian Ahli Materi.....	294
Analisis Data Penelitian Ahli Bahasa.....	298
Daftar Nama Peserta Didik Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	302
Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Peserta Didik Kelas Kontrol dan kelas Eksperimen	303
Analisis Nilai N-Gain	304
Analisis Data Uji Prasyarat (Normalitas dan Homogenitas).....	306
Analisis Uji <i>t Independent</i>	309
Lampiran D. Surat-Surat	
Surat Nota Dinas.....	310
Surat Pra Penelitian	312
Surat Izin Melakukan Pra Penelitian	215
Surat Permohonan Penelitian	218
Surat Balasan Penelitian Dari Sekolah	219
Surat keterangan Validasi Instrumen Penelitian.....	220
Surat Keterangan Validasi Soal.....	221

Surat Pernyataan Validasi	222
Ahli Media.....	222
Ahli Materi	223
Ahli Bahasa	224
Surat Kartu Bimbingan.....	225

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi saat ini semakin canggih. Hal tersebut sangat mempengaruhi dunia pendidikan. Teknologi informasi dan komunikasi sangat erat kaitannya dengan dunia pendidikan. Perkembangan kepribadian setiap individu dapat dilihat dari pendidikan seseorang tersebut. Karena pembentukan karakter, perilaku dan sifat seseorang tersebut dapat dibangun secara sistematis melalui sebuah proses dalam pendidikan. Oleh karenanya supaya tujuan-tujuan pendidikan dapat tercapai hendaknya seorang pendidik mampu mengutamakan kesiapan, kebutuhan, dan minat peserta didik untuk belajar.

Hal mengenai pendidikan di atas telah dijelaskan di dalam Undang-Undang RI Tahun 2003 No 20 yaitu sebagai berikut :

”Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara”.²

Undang-Undang Tahun 2003 No 20 di atas menjelaskan tentang pentingnya pendidik memiliki hubungan yang baik dengan peserta didik untuk memudahkan terlaksananya tujuan pembelajaran dan pendidikan.

² Hasbullah, *Dasar-Dasar Ilmu Pendidikan* (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2012). h. 4.

Pendidikan merupakan kebutuhan pokok manusia. Dengan memiliki pendidikan, seseorang bisa menjadi manusia yang lebih berkualitas karena memiliki pengetahuan yang lebih luas. Sebagaimana disebutkan di bawah ini ayat al-quran surat Al-Ankabuut ayat 43 yang menjelaskan tentang seseorang yang berpendidikan sebagai berikut:

وَتِلْكَ الْأَمْثَلُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا الْعَالِمُونَ ﴿٤٣﴾

Artinya : “dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia; dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu”.
(QS Al ‘Ankabuut : 43)³

QS Al ‘Ankabuut ayat 43 menerangkan adanya perbedaan orang-orang yang berilmu dengan orang-orang yang tidak berilmu dalam hal memahami perumpamaan-perumpamaan. Oleh karenanya, wajib hukumnya menuntut ilmu bagi setiap orang untuk menjadi seseorang yang berkualitas. Untuk merubah seseorang menjadi manusia yang berkualitas salah satunya yaitu dengan cara menuntut ilmu tanpa batas apapun baik secara nonformal maupun formal. Dengan demikian, tujuan pendidikan harus ditentukan untuk menyatakan ketercapaian seseorang dalam usahanya menjadi lebih berkualitas.⁴

Pendidikan memiliki tujuan untuk menjadikan bangsa yang cerdas dan bermartabat. Hal tersebut dijelaskan dalam Undang-Undang pasal 3 Tahun 2003 Bab II No 20 yaitu :

“Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada

³ Departemen Agama RI, *Al-Quran Terjemah*.

⁴ Chairul Anwar, ‘Hakikat Manusia Dalam Pendidikan’ (Jakarta: SUKA Press, 2014).

Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta tanggung jawab.”⁵

Berdasarkan tujuan di atas telah dijelaskan bahwa meningkatkan keterampilan peserta didik merupakan salah satu tujuan pendidikan. Hal tersebut sejalan dengan tujuan pembelajaran biologi yang mengacu pada pengembangan keterampilan dan pengetahuan peserta didik sehingga dalam proses pembelajaran peserta didik mampu melakukan suatu percobaan dan kemudian menguji hipotesis percobaan tersebut, hingga mempresentasikan hasil yang ia dapatkan dalam percobaan baik dengan cara tertulis, maupun lisan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran biologi yakni untuk membekali peserta didik tidak hanya berupa produk melainkan juga proses sains. Oleh karenanya, di abad 21 ini tugas seorang pendidik dituntut untuk lebih dari sekedar menyampaikan pembelajaran di kelas, namun juga menuntun peserta didik untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan yang dimilikinya salah satunya yaitu keterampilan proses sains karena pada dasarnya, belajar biologi tidak cukup hanya dengan menghafal konsep-konsep yang ada saja, akan tetapi lebih kepada pemahaman melalui percobaan yang dapat membuat peserta didik menemukan konsep - konsep baru.⁶ Dengan demikian, keterampilan proses sains peserta didik merupakan hal yang sangat penting untuk ditingkatkan dalam

⁵ *Undang-Undang SISDIKNAS (Sistem Pendidikan Nasional)* (Jakarta: Redaksi Sinar Grafika, 2014).h. 7.

⁶ Wong Weng Siong, 'Pembelajaran Berasaskan Permainan Dalam Pendidikan STEM Dan Penguasaan Kemahiran Abad Ke-21', *Journal of Social Sciences and Humanities*, 3 (2018).

pembelajaran biologi karena dapat membuat peserta didik menemukan fakta-fakta baru serta mampu membangun konsep-konsep dari diri peserta didik .

Praktikum merupakan metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik karena keseluruhan indikator-indikator keterampilan proses sains dapat diukur melalui adanya kegiatan praktikum. Selain itu juga karena kegiatan praktikum merupakan kegiatan yang melibatkan keaktifan peserta didik dalam melakukan suatu percobaan.

Dengan melaksanakan praktikum, teori-teori yang telah dipelajarinya dapat dibuktikan langsung oleh peserta didik sehingga mereka mendapatkan pembelajaran yang lebih bermakna sekaligus pengalaman nyata yang menarik. Akan tetapi, untuk menerapkan metode praktikum dalam pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik sering terdapat hambatan, diantaranya yaitu terkait biaya, waktu, dan alat dan bahan laboratorium yang terbatas. Selain itu, untuk menerapkan metode praktikum juga membutuhkan waktu yang lama dan sering berakibat terjadinya kemunduran materi selanjutnya atau bahkan tidak tersampaikan. Penghambat terlaksananya kegiatan praktikum di laboratorium juga sering disebabkan karena kondisi alat dan bahan laboratorium yang sudah tidak layak untuk digunakan sehingga tidak terjamin keselamatan kerja nya serta jumlah peserta didik yang terlalu banyak sedangkan alat dan bahan laboratorium tidak sesuai dengan banyaknya peserta didik. Hambatan-hambatan tersebut yang menyebabkan kegiatan praktikum sering ditiadakan.

Akibatnya keterampilan proses sains peserta didik menjadi rendah. Pernyataan tersebut didukung dengan hasil wawancara terhadap guru biologi pada saat pra penelitian di SMA Negeri 3, SMA Negeri 8 dan SMA Negeri 15 Bandar Lampung.

Hasil wawancara terhadap guru biologi di SMA Negeri 8 Bandar Lampung pada tahun ajaran 2018/2019 diperoleh informasi tentang pembelajaran biologi di sana yaitu media yang digunakan untuk proses pembelajaran masih menggunakan media konvensional berupa *power point* yang disampaikan oleh pendidik dengan metode ceramah. Selain itu sumber belajar lainnya yaitu berupa buku paket dan internet jika dibutuhkan. Sedangkan untuk metode praktikum masih jarang dilaksanakan karena keterbatasan alat dan bahan laboratorium, namun untuk praktikum yang tidak membutuhkan alat dan bahan laboratorium sudah sering dilaksanakan.

Kondisi laboratorium di SMA Negeri 8 Bandar Lampung kondisinya cukup baik namun kurang mendukung jika digunakan untuk melaksanakan kegiatan praktikum. Pendidik menginformasikan bahwa laboratorium di sana tidak hanya difungsikan sebagai laboratorium saja melainkan sering dipergunakan untuk kegiatan-kegiatan lain seperti untuk beribadah dan lain-lain. Oleh karenanya, kegiatan praktikum di sana masih jarang dilaksanakan dan pendidik juga mengatakan bahwa rata-rata keterampilan proses sains peserta didik masih rendah sehingga perlu ditingkatkan lagi khususnya dalam hal penggunaan alat dan bahan laboratorium. Pendidik juga mengatakan bahwa mayoritas peserta didik di sana mempunyai *smartphone android* yang

boleh digunakan jika diperlukan pada saat pembelajaran untuk kepentingan pembelajaran. Selama ini pendidik belum pernah dalam proses pembelajaran menggunakan media praktikum virtual berbasis *android* namun pendidik sangat tertarik jika diadakan media yang seperti itu.⁷

Hasil wawancara terhadap guru biologi di SMA N 3 Bandar Lampung tahun 2018/2019 diperoleh informasi bahwa kegiatan belajar mengajar di kelas sudah sangat terfasilitasi, namun pendidik masih menggunakan media konvensional seperti *powerpoint*, gambar, dan charta. Untuk metode praktikum juga sudah sering dilaksanakan, namun hanya untuk materi-materi tertentu saja yang tidak memerlukan banyak alat-alat laboratorium. Sedangkan, untuk materi yang praktikumnya hanya dapat dilakukan dilaboratorium masih jarang sekali dilaksanakan karena beberapa hambatan terkait waktu serta alat dan bahan laboratorium. Akibatnya untuk beberapa materi yang seharusnya diadakan kegiatan praktikum malah diganti dengan teori yang disampaikan pendidik melalui media *power point* sederhana dengan metode ceramah dan diskusi kelompok. Sumber belajar yang biasa digunakan peserta didik yaitu buku paket dan internet.

Di SMA Negeri 3 Bandar Lampung juga mayoritas peserta didiknya memiliki *smart phone android* yang boleh digunakan dalam pembelajaran jika diperlukan untuk mengakses internet guna mempermudah memahami materi yang dirasa sulit. Pendidik juga mengatakan bahwasanya belum

⁷ Eti Erliani, *Wawancara Guru Biologi SMA Negeri 8 Bandar Lampung* (Bandar Lampung, 2019).

pernah menggunakan media praktikum virtual berbasis *android* namun pendidik tertarik jika diadakan media yang seperti itu.⁸

Sedangkan hasil wawancara terhadap guru biologi di SMA Negeri 15 Bandar Lampung pada tahun ajaran 2018/2019 diperoleh informasi bahwa media yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas yaitu *powerpoint* yang disampaikan dengan metode ceramah. Untuk metode praktikum sudah diterapkan namun belum dapat dilaksanakan secara maksimal salah satunya yaitu praktikum sel yang dilakukan dengan simulasi menggunakan lilin plastisin yang mana seharusnya untuk praktikum sel harus dilakukan dengan menggunakan mikroskop supaya dapat terlihat jelas semua bagian-bagian sel yang diamati, namun jika hanya dilakukan menggunakan lilin plastisin, sel tidak dapat teramati dengan jelas bagian-bagiannya. Hal tersebut dikarenakan mikroskop yang terdapat di laboratorium hanya mikroskop cahaya yang penggunaannya harus mengandalkan cahaya yang mendukung dan jumlahnya pun tidak sesuai dengan jumlah peserta didik yang sangat banyak, selain itu alat dan bahan laboratorium yang sudah kurang layak pakai namun belum ditambah atau diganti, karenanya kegiatan praktikum belum dapat dilaksanakan secara maksimal untuk materi-materi tertentu yang banyak membutuhkan alat dan bahan laboratorium. Untuk mengatasi hal tersebut pendidik belum menemukan inovasi baru yang dapat

⁸ Yohanes, Wawancara Guru Biologi SMA Negeri 3 Bandar Lampung, Februari 2019.

menjadi alternatif untuk melaksanakan kegiatan praktikum sel selain menggunakan lilin plastisin.⁹

Karena keterbatasan pengetahuan pendidik tentang teknologi dan pembuatan media digital berbasis *android*, pendidik belum pernah membuat dan menggunakan media pembelajaran berbasis *android* yang dapat mengatasi hambatan-hambatan yang ada di lapangan, padahal saat ini hampir semua peserta didik mempunyai *smartphone android* namun belum pernah dimanfaatkan untuk membantu kegiatan pembelajaran. Sebaliknya, rata-rata peserta didik lebih senang memanfaatkannya untuk kegiatan-kegiatan yang tidak penting dan tidak bermanfaat seperti bermain *game* dan sosial media diluar kepentingan berkomunikasi.

Pada wawancara terhadap peserta didik, mereka mengatakan bahwa mereka tidak menyukai mata pelajaran biologi karena sulit dipahami serta proses pembelajarannya yang terkesan monoton dan kurang menarik dengan hanya menggunakan media *power point* yang disampaikan dengan ceramah sehingga peserta didik merasa bosan dan malas belajar biologi karena sulit memahaminya. Peserta didik juga mengatakan bahwa mereka lebih mudah memahami materi biologi jika tidak hanya dijelaskan teori saja namun diterapkan melalui metode praktikum. Selain itu mereka juga mengatakan bahwa media pembelajaran yang mereka suka adalah media pembelajaran yang praktis yang membuat mereka tertarik untuk belajar yang tidak hanya berisi teori saja, tetapi juga berisi video pembelajaran yang menarik dan

⁹ Amalia Nevi, Wawancara Guru Biologi SMA Negeri 15 Bandar Lampung, Februari 2019.

mudah dipahami serta adanya simulasi yang dapat membantu peserta didik lebih mudah dalam belajar dan memahami materi, namun peserta didik belum pernah diberikan media pembelajaran yang seperti itu.¹⁰

Penelitian terdahulu yang sesuai dengan pendapat peserta didik di atas yaitu penelitian oleh Sri Maryanti tentang praktikum virtual yang dibuat dengan program *flash* dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran yang menerapkan praktikum. Peserta didik menyatakan bahwa pembelajaran dengan berbantuan media praktikum virtual lebih menarik karena dikemas seinteraktif mungkin sehingga dapat membangkitkan rasa ingin tahunya untuk mengeksplorasi, membuat minat belajar peserta didik meningkat, dan membantu memudahkan proses pemahaman peserta didik terhadap materi yang sulit. Antusias dan ketertarikan peserta didik sangat terlihat terhadap pembelajaran yang menerapkan media praktikum virtual. Karena mereka menganggap bahwa dengan adanya media tersebut mereka mendapatkan kesempatan untuk bersikap aktif karena media praktikum virtual dibuat dengan menyediakan menu simulasi yang interaktif.¹¹

Berdasarkan studi lapangan di atas bahwa penerapan metode praktikum seringkali menemui hambatan-hambatan, pendidik seringkali mengubah kegiatan praktikum dengan hanya diskusi kelompok ataupun ceramah. Hal tersebut tentunya membuat kegiatan belajar mengajar yang seharusnya bisa membuat peserta didik tertarik dan senang belajar biologi

¹⁰ Peserta Didik, Wawancara Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 3 Bandar Lampung, SMA Negeri 8 Bandar Lampung, SMA Negeri 15 Bandar Lampung, Februari 2019.

¹¹ Sri Maryanti, 'Pengembangan Bahan Ajar Superkelas Pisces (Ikan) Berbantuan Praktikum Virtual Pada Mata Kuliah Zoologi Vertebrata', (*Unnes Science Education Journal*, Vol 5 No 3, 2016), h. 1425.

karena bisa mendapat kesempatan untuk mengeksplor rasa ingin tahunya dan membuktikan teori-teori yang sudah dipelajari malah menjadi mata pelajaran yang tidak disukai peserta didik karena cara penyampaian yang kurang menarik dan membosankan dengan bacaan teori yang sangat banyak dan sulit dipahami. Maka untuk mengatasinya peneliti ingin mencoba inovasi baru dalam proses pembelajaran yaitu membuat aplikasi *android* berupa praktikum virtual sebagai solusi yang praktis dan mudah digunakan. Penerapan media praktikum virtual ini bukan dikatakan bisa menggantikan keseluruhan kegiatan dilaboratorium nyata, melainkan hanya sebagai sarana penunjang atau solusi untuk mengatasi hambatan-hambatan kegiatan praktikum pada materi-materi tertentu yang tidak dapat dilaksanakan dilaboratorium nyata supaya tetap dapat dilaksanakan sehingga peserta didik dapat meningkatkan keterampilan proses sainsnya.

Penggunaan media berbasis *android* dalam pembelajaran saat ini masih jarang diterapkan, padahal penerapan media tersebut merupakan salah satu pemanfaatan teknologi yang bersifat praktis dalam kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik revolusi industri 4.0. Dengan demikian, untuk meningkatkan sumber daya manusia di era Revolusi Industri 4.0 ini pendidik dituntut mempunyai kemampuan lebih dalam pemanfaatan teknologi khususnya media digital.¹² Pembaharuan media pembelajaran yang digunakan merupakan salah satu upaya peningkatan mutu pendidikan yang mempunyai tujuan untuk mengalihkan penggunaan media yang konvensional

¹² Saifuddin Chalim, 'Strategi Lembaga Pendidikan Menghadapi Tantangan Masa Kini', (*Jurnal Pendidikan Islam*, Vol I No 2, 2018), h. 182.

ke arah penggunaan media pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan teknologi dan informasi saat ini di era revolusi 4.0 maupun society 5.0.¹³

Dalam dunia pendidikan, pemanfaatan media berbasis teknologi yang sesuai dengan karakteristik era revolusi industri 4.0 ini sangat berpengaruh. Jika Negara dapat melakukan optimalisasi teknologi digital dan komputasi maka sesuatu yang tidak mungkin dilakukan atau masih dalam gambaran imajinasi, dapat menjadi mungkin dan nyata. Saat ini komputerisasi sudah banyak di implementasikan ke perangkat lain seperti *smartphone*. Oleh karenanya, dalam era revolusi 4.0 pendidikan di Indonesia harus mampu melakukan lompatan yang lebih maju kedalam pembelajaran dengan cara memanfaatkan teknologi digital.¹⁴

Berdasarkan hal tersebut, maka metode praktikum yang tidak dapat dilaksanakan dilaboratorium nyata dapat diatasi dengan bantuan media berbasis *android* berupa aplikasi praktikum virtual yang harapannya dapat digunakan secara efektif untuk melaksanakan praktikum biologi secara virtual.¹⁵ Teknologi virtual direkomendasikan penggunaannya karena dapat memberikan pengalaman belajar yang inovatif khususnya dalam pembelajaran biologi. Media ini dapat diakses dimana saja dan kapan saja

¹³ Arif Budi Wuriyanto, 'Literasi Bahasa Dan Sastra Indonesia Menuju Kewirausahaan Profesi Di Era Revolusi Industri 4.0 Dan Society 5.0 (Peluang Dan Tantangan)', (*Prosiding SENASBASA*, 2019), h. 13–14.

¹⁴ Iswan, 'Penguatan Pendidikan Karakter Perspektif Islam Dalam Era Millenial IR. 4.0.', (*PROSIDING*, Maret 2018), h. 35–36.

¹⁵ Supriyadi, 'Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Siswa SMA', (*Jurnal Biosfer*, Vol 8 No2, 2017), h. 117.

untuk membantu peserta didik belajar secara mandiri.¹⁶ Media praktikum virtual tidak hanya praktis dan menarik tetapi juga dapat memberikan pengalaman yang aman dan menyenangkan dalam kegiatan praktikum.¹⁷

Penggunaan *smartphone* di dunia termasuk Indonesia saat ini sudah sangat populer. Sebenarnya *smartphone* khususnya *android* memiliki banyak sekali dampak positif untuk memudahkan kegiatan manusia jika dimanfaatkan untuk kegiatan yang positif dan mengerti bagaimana cara memanfaatkannya, namun tak jarang juga dapat memberikan dampak yang negative jika digunakan untuk kegiatan yang kurang bermanfaat seperti untuk bermain *game* dan sosial media.¹⁸

Penggunaan media praktikum virtual sebelumnya sudah pernah diujicobakan oleh Arum Adita dan Teguh Julianto dalam penelitiannya yang berjudul “Penyusunan *Virtual Laboratory* Sebagai Media Pembelajaran Biologi”. Hasil yang diperoleh yaitu laboratorium virtual yang disusun masuk dalam kategori “layak” untuk dijadikan media pembelajaran di SMP. Kualitas media dinilai oleh beberapa ahli, pendidik, dan peserta didik dan mendapat rentang baik hingga sangat baik.¹⁹

Penggunaan media berbasis *android* sebelumnya juga sudah pernah diteliti oleh Siti Muyaroah dan Mega Fajartia yakni terdapat keefektifan hasil

¹⁶ Ade Suryanda, ‘Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI’, (*Jurnal Biosfer*, Vol 10 No 1, 2017), h. 2.

¹⁷ Aden Arif Gaffar, ‘Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Materi Invertebrata’, (*Jurnal Bio Educatio*, Vol 1 No 1, 2016), h. 20.

¹⁸ Siti Muyaroah, ‘Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Dengan Menggunakan Aplikasi Adobe Flash CS 6 Pada Mata Pelajaran Biologi’, (*IJCET*, Vol 6 No 2, 2017), h. 80.

¹⁹ Arum Adita, ‘Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi’, (*Jurnal PPKM II*, 2016), h. 73.

belajar dari peserta didik dengan pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis *android*. Hal tersebut terlihat dari tingginya motivasi peserta didik dalam belajar saat mengerjakan tugasnya. Mereka juga lebih antusias saat belajar karena media yang digunakan didesain semenarik mungkin dengan tampilan yang inovatif yang dapat dioperasikan kapan saja dan dimana saja dengan media pembelajaran berbasis *android*.²⁰

Menurut Gunawan dalam penelitiannya dikatakan bahwa aplikasi laboratorium virtual memiliki efek yang sangat positif dalam pembelajaran untuk membantu peserta didik memecahkan masalah. Dibuktikan dengan keterampilan peserta didik yang lebih tinggi dalam memecahkan masalah untuk kelas eksperimen dari pada pada kelas kontrol. Oleh karenanya, penting untuk membiasakan fitur praktikum virtual kepada peserta didik sehingga dapat mereka pelajari dengan mudah.²¹

Penggunaan media praktikum virtual berbasis *android* mempunyai banyak kelebihan diantaranya yaitu : (1) sangat mudah dioperasikan, (2) memiliki desain yang menarik dan materi yang disajikan sederhana namun mudah dipahami, (3) terdapat soal-soal yang latihan yang sesuai dengan SK/KD dan indikator keterampilan proses sains, (4) terdapat laboratorium virtual yang dapat digunakan dan dilengkapi dengan alat dan bahan untuk melakukan kegiatan simulasi atau percobaan layaknya di laboratorium nyata, (5) sangat praktis, yakni dapat dioperasikan dimana saja dan kapan saja, (6)

²⁰ Siti Muyaroah, *Op.Cit*, h. 82.

²¹ Gunawan, dkk, '*Virtual Laboratory To Improve Students' Problem-Solving Skills On Electricity Concept*', (Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, Vol 6 No2, 2017), h. 263.

tidak bergantung dengan adanya jaringan data karena dapat dimainkan secara *offline*.

Berdasarkan uraian di atas tentang pentingnya peningkatan KPS peserta didik yang didukung dengan kemajuan teknologi yang sangat pesat dan dibutuhkan inovasi-inovasi baru dalam pemanfaatan teknologilah yang melatarbelakangi dikembangkan media pembelajaran dengan inovasi baru yang menggabungkan kegiatan simulasi praktikum dengan aspek-aspek kognitif lainnya pada materi sel yang didukung dengan keberadaan *android* dengan harapan dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hal tersebut juga didukung dengan penelitian yang sejalan dengan pendapat di atas yakni laboratorium virtual dapat menunjukkan gambaran dari wujud fisik pada tingkat mikroskopis yang memberikan pengetahuan lebih kepada peserta didik.²²

Berdasarkan paparan di atas, penulis ingin memberikan inovasi baru dalam pembuatan media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi *android* dengan melakukan penelitian dan pengembangan dengan judul “Pengembangan Praktikum Virtual Berbasis *Android* Sebagai Media Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI di Tingkat SMA/MA”.

B. Identifikasi Masalah

²² Fifi Pransiska, ‘The Application Of Guided Inquiry Approach Based On Virtual Laboratory To Increase Students’ Learning Outcome Of Global Warming In SMA Muhammadiyah 2 Surabaya’, (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika, Vol 06 No 03, 2017), h. 331.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Media yang digunakan pada proses pembelajaran di SMA Negeri 8, SMA Negeri 15, dan SMA Negeri 3 Bandar Lampung kurang inovatif dan kurang bervariasi yakni masih menggunakan media konvensional berupa *power point*.
2. Metode praktikum masih jarang diterapkan karena masih terdapat hambatan dalam pelaksanaannya diantaranya yaitu keterbatasan alat dan bahan laboratorium, serta kondisi laboratorium juga yang kurang mendukung dan tidak hanya berfungsi sebagai laboratorium melainkan seringkali digunakan sebagai tempat beribadah. Oleh karena itu, tidak semua materi biologi diadakannya praktikum sehingga keterampilan proses sains peserta didik pun masih rendah dan perlu ditingkatkan khususnya dalam penggunaan alat dan bahan laboratorium.
3. Proses pembelajarannya masih terkesan monoton dan kurang menarik dengan hanya menggunakan bahan ajar berupa buku, media *power point* yang disampaikan dengan ceramah sehingga menyebabkan peserta didik merasa bosan dan malas belajar biologi karena sulit memahaminya.
4. Belum terdapat media yang memanfaatkan teknologi *android* pada materi sel seperti praktikum virtual yang dapat mengatasi keterbatasan alat dan bahan laboratorium.
5. Pendidik belum pernah mengembangkan media praktikum virtual berbasis *android* yang dapat mengatasi hambatan-hambatan yang ada di lapangan,

padahal mayoritas peserta didik memiliki *smartphone android* namun belum pernah dimanfaatkan untuk membantu kegiatan pembelajaran. Kebanyakan peserta didik hanya memanfaatkannya untuk hal-hal yang kurang penting dan bermanfaat seperti untuk bermain *game* dan mengakses sosial media.

C. Batasan Masalah

Untuk membatasi cakupan permasalahan yang luas, maka perlu adanya batasan masalah diantaranya yaitu:

1. Media pembelajaran yang dikembangkan berupa praktikum virtual yang memanfaatkan teknologi *android* dan dibuat menggunakan bantuan aplikasi *adobe flash cs6* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI di SMA Negeri 15 Bandar Lampung.
2. Indikator yang digunakan adalah indikator keterampilan proses sains menurut Muh Tawil dan Liliyasi, yang meliputi mengamati, mengelompokkan, menafsirkan, meramalkan, mengkomunikasikan, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, merencanakan percobaan/penyelidikan, menggunakan alat/bahan/sumber, menerapkan konsep, dan melaksanakan percobaan/penyelidikan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka didapatkan rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimanakah cara mengembangkan media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI?
2. Bagaimanakah kelayakan dari media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI berdasarkan hasil validasi dari ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa, serta respon respon peserta didik?
3. Bagaimanakah keefektifan dari penggunaan media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian dan pengembangan ini berdasarkan rumusan masalah di atas yaitu :

1. Untuk mengetahui cara mengembangkan media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI.
2. Untuk mengetahui kelayakan dari media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI berdasarkan hasil validasi dari ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa, serta respon respon peserta didik.

3. Untuk mengetahui keefektifan dari penggunaan media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI.

F. Manfaat Penelitian

1. Untuk peserta didik

- a. Untuk mempermudah peserta didik dalam belajar.
- b. Untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dengan memberikan pengalaman yang aman dalam melakukan percobaan laboratorium.

2. Untuk pendidik

Untuk memberikan inovasi baru dengan adanya media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi *android* berupa praktikum virtual yang dapat menciptakan suasana belajar yang interaktif.

3. Untuk Sekolah

Diharapkan dapat menjadi masukan untuk diadakan pelatihan kepada pendidik tentang cara membuat media dengan memanfaatkan teknologi *android* sehingga keunggulan kompetitif dapat tercapai serta mutu proses khususnya untuk mata pelajaran biologi dapat meningkat.

4. Untuk peneliti lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan yang relevan untuk melakukan penelitian yang serupa namun dengan inovasi baru.

G. Spesifikasi Produk

Spesifikasi dari media praktikum virtual berbasis *android* yang dikembangkan yaitu :

1. Media praktikum virtual berbasis *android* memiliki bagian – bagian atau menu-menu didalamnya yaitu :
 - a. Pada tampilan awal menampilkan judul media, judul materi, *button* mulai untuk masuk ke menu utama, serta terdapat nama pengembang media dan nama pembimbing I dan pembimbing II.
 - b. Selanjutnya tampilan menu utama yang menampilkan beberapa menu diantaranya yaitu : menu standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, menu materi, menu praktikum, dan menu evaluasi.
 - c. Selanjutnya di dalam menu standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator terdapat penjabaran yang lebih detile mengenai standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran.
 - d. Selanjutnya di dalam menu materi terdapat *button* pilihan sub-sub materi sel yang kemudian ketika dipilih akan menampilkan halaman penjelasan dari sub materi yang dipilih tersebut lengkap dengan gambar dan video pembelajaran di dalamnya.
 - e. Selanjutnya terdapat menu praktikum yang ketika dipilih akan masuk ke halaman pilihan praktikum sel hewan dan sel tumbuhan yang masing-masing dilengkapi dengan petunjuk praktikum serta alat dan bahan laboratorium yang dapat digunakan untuk melakukan praktikum layaknya di laboratorium nyata.

- f. Selanjutnya terdapat menu evaluasi yang di dalamnya terdapat halaman pengisian identitas diri sebelum mengerjakan soal-soal keterampilan proses sains dan terdapat soal-soal keterampilan proses sains serta halaman nilai yang akan tampil ketika peserta didik sudah menyelesaikan semua soal.
- g. Selanjutnya terdapat *Icon* profil pada bagian ujung atas sebelah kiri yang ketika dipilih akan membuka halaman profil dari pengembang yang berisi identitas diri dari pengembang.
- h. Kemudian untuk cara mengoperasikannya cukup mudah yaitu dengan cara memasang terlebih dahulu aplikasi praktikum virtual pada *smartphone android* kemudian memasang aplikasi pendukung untuk menjalankan media praktikum virtual berbasis *android* yaitu aplikasi adobe AIR. Setelah keduanya terpasang barulah bisa mengoperasikan aplikasi tersebut. Media praktikum virtual berbasis *android* ini di akses secara *offline* jadi tidak membutuhkan jaringan data untuk dapat mengakses aplikasi ini.

H. Asumsi dan Keterbatasan Produk

Dalam penelitian dan pengembangan ini terdapat asumsi dan keterbatasan pengembangan yaitu:

1. Asumsi Pengembangan

- a. Kegiatan belajar mengajar menjadi lebih menyenangkan dan mudah dipahami.

- b. Penggunaan *smartphone android* lebih bermanfaat untuk proses pembelajaran.
- c. Keterampilan proses sains peserta didik dapat meningkat dengan menggunakan media praktikum virtual berbasis *android* ini.

2. Keterbatasan Pengembangan

- a. Materi yang terdapat pada media praktikum virtual berbasis *android* terbatas hanya materi sel.
- b. Fokus dari media ini yaitu pada kegiatan simulasi praktikum dan proses pembelajaran.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Media Pembelajaran

a. Pengertian media pembelajaran

Terdapat dua unsur penting pada kegiatan belajar mengajar, yaitu media pembelajaran dan metode mengajar.²³ Media merupakan alat bantu yang digunakan untuk menyampaikan materi yang memiliki cakupan luas menjadi lebih sederhana. Media dapat dikatakan serupa dengan benda, manusia, ataupun peristiwa. Hadirnya media dalam pembelajaran mempunyai arti tersendiri yang cukup penting, karena dapat mengatasi ketidakjelasan materi yang disampaikan. Selain itu, media juga mampu menyampaikan apa yang tidak dapat disampaikan oleh pendidik secara verbal, bahkan dengan adanya media dapat mengubah materi yang abstrak menjadi konkrit sehingga dapat lebih mudah dipahami oleh peserta didik..²⁴

Dalam proses pembelajaran penggunaan media yang menarik dapat menjadikan peserta didik tidak merasa bosan dan lebih aktif. Oleh karena itu, pemilihan media yang tepat itu sangat penting bagi pendidik supaya dapat merangsang peserta didik untuk bersikap aktif dalam pembelajaran.²⁵

²³ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran* (Jakarta: Rajawali Pers, 2013), h. 19.

²⁴ Syaiful Bahri Djamarah, *Strategi Belajar Mengajar* (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 120.

²⁵ Daryanto, *Strategi Dan Tahpan Mengajar: Bekal Keterampilan Dasar Bagi Guru* (Bandung: Yrama Widya, 2013), h. 32.

Media mempunyai peran yang sangat penting dalam kegiatan belajar mengajar, diantaranya yaitu : (1) Membangkitkan minat/motivasi peserta didik, (2) Menghindari terjadinya verbalisme, (3) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan ukuran, (4) Menarik perhatian peserta didik, (5) memberikan rangsangan kepada peserta didik untuk belajar, (6) dalam kegiatan belajar mengajar dapat membuat peserta didik menjadi aktif, (7) dapat menambah pengertian nyata terhadap suatu informasi.²⁶

b. Ciri-Ciri Media Pembelajaran

Ciri-ciri media menurut Gerlach & Ely yaitu :

1. Ciri fiksatif

Maksud dari ciri ini yaitu bahwa media pembelajaran dapat merekam kejadian-kejadian penting atau peristiwa yang harus dimengerti oleh peserta didik. Contohnya : peserta didik mempelajari suatu peristiwa sejarah yang terjadi pada suatu Negara melalui rekaman video, gambar dan lain-lain.

2. Ciri manipulative

Maksud dari ciri ini yaitu bahwa media dapat mempercepat suatu kejadian atau peristiwa yang sebenarnya berlangsung lama dan sulit diamati. Contohnya : peserta didik dapat mengamati perkembangan embrio katak hanya dalam waktu 2-3 menit saja dengan menggunakan media pembelajaran berupa video rekaman.

²⁶ *Loc.Cit.*

3. Ciri distributive

Maksud dari ciri ini yaitu bahwa media dapat menyebarkan suatu kejadian atau peristiwa dari tempat-tempat yang jauh sekaligus atau bahkan dari tempat yang tidak mungkin dikunjungi oleh peserta didik menjadi dapat ditampilkan di kelas dengan bantuan media pembelajaran. Contohnya penggunaan internet atau perangkat penyimpan data lainnya.²⁷

c. Fungsi Media Pembelajaran

Media pembelajaran memiliki fungsi utama sebagai alat bantu untuk mengajar yang dibuat dan disusun oleh pendidik yang berpengaruh terhadap iklim, kondisi, dan lingkungan belajar.²⁸ Dalam penerapannya, peserta didik akan berpartisipasi langsung ke dalam situasinya dengan menggunakan fikirannya untuk memecahkan masalah yang sedang ia hadapi.²⁹

Fungsi utama pada media visual menurut Levie & Lentz yaitu : (1) Fungsi atensi, maksud dari fungsi ini yaitu untuk memusatkan perhatian peserta didik supaya lebih berkonsentrasi terhadap isi materi yang sedang diajarkan, (2) Fungsi afektif, dapat dilihat dari cara peserta didik menikmati pelajaran yang disertai dengan sikap yang ditunjukkan saat melihat suatu gambar, (3) Fungsi kognitif, dapat dilihat dari tingkat pemahaman peserta didik mengenai informasi atau pesan yang

²⁷ Giri Wiarto, *Media Pembelajaran Dalam Pendidikan Jasmani* (Yogyakarta: Laksitas, 2016), h. 19-20.

²⁸ Azhar Arsyad, *Op.Cit.*, h. 19.

²⁹ Chairul Anwar, *Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer* (Yogyakarta: IRCiSoD, 2017), h. 118.

terkandung didalamnya, dan (4) Fungsi kompensatoris, yaitu untuk membantu peserta didik yang lemah dan lambat dalam menerima dan memahami materi yang disajikan dalam bentuk teks atau bacaan.³⁰

d. Manfaat Media Pembelajaran

Manfaat media pembelajaran menurut Sudjana & Rivai, diantaranya yaitu :

1. Peserta didik akan lebih tertarik pada proses belajar mengajar sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
2. Peserta didik akan lebih mudah memahamiii bahan pembelajaran sehingga dapat memungkinkan peserta didik menguasai materi yang disampaikan dan mencapai tujuan pembelajaran.
3. Terciptanya metode dalam mengajar yang bervariasi, pendidik tidak hanya semata-mata berkomunikasi secara verbal melalui kata-kata yang disampaikan akan tetapi peserta didik juga terlibat aktif dalam pembelajaran.
4. Peserta didik dapat melakukan lebih banyak kegiatan atau aktivitas lain seperti pengamatan, mempresentasikan, memerankan, dan lain lain.³¹

Sedangkan manfaat media pembelajaran menurut Hamdani, diantaranya yaitu :

1. Pesan yang disampaikan lebih jelas

³⁰ Azhar Arsyad, *Op.Cit.*, h. 20-21.

³¹ Azhar Arsyad, *Op.Cit.*, h. 28.

2. Dapat menjadi solusi dalam mengatasi segala keterbatasan seperti ruang, waktu, dan lain-lain
3. Peserta didik mampu berinteraksi secara langsung dengan sumber belajar sehingga dapat memunculkan gairah belajar
4. Peserta didik dapat mendapat kesempatan untuk belajar mandiri berdasarkan bakat dan kemampuan visual, auditori, dan kinestetik yang dimilikinya
5. Dapat memberikan rangsangan kepada peserta didik untuk memunculkan persepsi.³²

e. Macam-Macam Media Pembelajaran

Macam-macam media pembelajaran menurut Azhar Arsyad yaitu :

1. Media berupa manusia yaitu (guru, instruktur, tutor, dan lain-lain),
2. Media cetak yaitu (buku, panduan, buku paket, LKS dan koran,),
3. Media visual yaitu (gambar, charts, peta, grafik, dll),
4. Media audio-visual yaitu (televisi, video, film, dll),
5. Media berbasis teknologi yaitu (*software* laptop, aplikasi *smartphone*, dan video interaktif).³³

f. Media Berbasis Teknologi

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran bisa dilakukan melalui media yang dibuat dengan inovasi-inovasi baru mengikuti kemajuan teknologi. Pendidik sebagai pembentuk karakter generasi masa depan

³² Hamdani Hamid, *Pengembangan Sistem Pendidikan Di Indonesia* (Bandung: Pusaka Setia, 2013), h. 223.

³³ Azhar Arsyad, *Op.Cit.*, h. 79-80.

harus mengikuti perkembangan teknologi yang sangat pesat supaya dapat menjadikan generasi masa depan tidak buta terhadap teknologi. Berawal dari kemampuan pendidik yang berkaitan dengan penguasaan teknologi yakni penguasaan dasar digital dan masyarakat digital. Contoh dari media berbasis digital yaitu *multimedia*, konten web serta laboratorium di dalam computer.³⁴

Saat ini dan dimasa yang akan datang, teknologi mempunyai kedudukan yang sangat penting dalam kehidupan, khususnya dalam bidang pendidikan. Perkembangan teknologi mampu mengubah kesulitan menjadi kemudahan. Demikian juga dengan perubahan terhadap pembelajaran yang mengharuskan tatap muka menjadi pembelajaran berbasis digital yang lebih praktis yakni dapat dilakukan dimana saja tanpa harus tatap muka melainkan dibantu dengan adanya media pembelajaran, seperti komputer, *smathphone*, dan media digital lainnya yang tanpa dibatasi jarak, tempat, dan waktu serta dapat digunakan untuk belajar dimanapun dan oleh siapapun.³⁵

Sampai sekarang teknologi berkembang terus dengan pesat. Media pendidikan yang termasuk sebagai produk dari teknologi sangat bervariasi macamnya mulai dari yang sederhana hingga yang canggih. Namun dari masing-masing media tetap terdapat kurang dan lebihnya. Oleh karena itu, pemilihan dan penggunaan media harus bersifat pragmatis.³⁶

³⁴ Munir, *Pembelajaran Digital* (Bandung: ALFABETA, 2017), h. 28.

³⁵ *Ibid*, h. 69.

³⁶ Giri Wiarto, *Op.Cit.*, h. 87-89.

B. Praktikum Dalam Pembelajaran Biologi

Dalam kegiatan belajar mengajar, praktikum dan biologi sangat berkaitan erat dan tidak dapat dipisahkan. Cain dan Evan mengatakan bahwa terdapat 4 hal penting dalam belajar biologi yaitu produk, metode, sikap dan teknologi. Keempat hal itu harus menjadi satu kesatuan untuk mempelajari biologi. Belajar biologi tidak bisa hanya memilih salah satu dari konsep, prinsip, ataupun teori saja, akan tetapi di dalamnya harus ada proses sains yang perlu diajarkan melalui metode praktikum. Karena praktikum merupakan ciri khas dari pembelajaran biologi.

Sikap aktif peserta didik menjadi keutamaan dalam kegiatan praktikum, sedangkan pendidik bertugas sebagai fasilitator saja. Dengan praktikum, peserta didik dilatih untuk mencoba, mengembangkan, dan menemukan konsep. Pelaksanaan praktikum mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik, meningkatkan keterampilan dasar, meningkatkan kemampuan bereksperimen dan dapat menjadi wahana belajar ilmiah yang menyenangkan.³⁷

Praktikum merupakan metode pembelajaran yang perlu diterapkan kepada peserta didik. Dalam pembelajaran peserta didik akan lebih aktif jika materi yang diberikan disampaikan dengan menggunakan metode praktikum.³⁸

³⁷ Aden Arif Gaffar, *Op.Cit.*, h. 19.

³⁸ Supriyadi, *Op.Cit.*, h. 116.

C. Praktikum Virtual

Perkembangan jaringan komunikasi sekarang ini telah mengalami lonjakan yang sangat luar biasa pesat dengan berbagai macam bentuk dan karakteristik, salah satu contohnya yaitu media praktikum virtual. Pada dasarnya, penciptaan sebuah media berupa sistem yang menyerupai benda asli sehingga bisa dipergunakan seperti menggunakan benda tersebut disebut virtualisasi.³⁹

Pembelajaran berbantuan teknologi pada dasarnya merupakan pembelajaran yang menerapkan metodologi yang dapat menciptakan nuansa belajar yang reformis, khususnya dalam pemberian bantuan sesuai dengan kondisi biologis dan psikologis peserta didik.⁴⁰

Virtualisasi memiliki kemampuan yang sangat tinggi dalam upaya menciptakan pembelajaran yang aktif bagi pembelajaran dalam berbagai disiplin ilmu dan profesi memberikan kesempatan belajar yang otentik. Meskipun demikian, untuk menegaskan bahwa lingkungan itu bersifat kompleks maka dibutuhkan perencanaan yang cermat. Hal tersebut bisa diraih dengan menerapkan teknik simulasi atau *gamefikasi*. Dalam virtualisasi, apapun yang dibayangkan dapat diciptakan.⁴¹ Pada dasarnya teknik simulasi merupakan suatu cara dalam pembelajarn yang bertujuan untuk pemberian

³⁹ Andi, *Mudah Belajar Mikrotik Menggunakan Metode Virtualisasi* (Semarang: Wahana Komputer, 2014), h. 2.

⁴⁰ Deni Darmawan, *Mobile Learning Sebuah Aplikasi Teknologi Pembelajaran* (Jakarta: Rajawali Pers, 2016), h. 26.

⁴¹ Munir, *Op.Cit.*, h. 95.

pengalaman belajar yang lebih menarik melalui penciptaan imitasi-imitasi bentuk yang sangat serupa dengan bentuk aslinya.⁴²

Tugas-tugas penting dari laboratorium dapat disimulasikan melalui aplikasi praktikum virtual yang dibuat dengan komputer. Pengembangan praktikum virtual memiliki dua konsep utama, yaitu : (1) praktikum dilaboratorium nyata dapat disimulasikan melalui aplikasi buatan komputer, (2) kegiatan praktikum dilaboratorium dapat dimanipulasi dengan aplikasi komputer. Sedangkan keunggulan dari penggunaan media praktikum virtual, diantaranya yaitu : (1) kinerja peserta didik bisa ditingkatkan dengan hasil yang sepadan atau bahkan bisa lebih baik dibandingkan dengan praktikum biasa, (2) dapat meminimalisir kebutuhan tempat dan biaya serta peralatan laboratorium, (3) pembelajaran lebih menyenangkan, (4) bersifat fleksibel karena dapat dioperasikan dimana saja dan kapan saja, (5) dengan menggunakan media praktikum virtual keselamatan kerja lebih aman.⁴³

Imran berpendapat mengenai praktikum virtual yang merupakan simulasi dari kegiatan praktikum di laboratorium yang dilakukan dengan komputer dalam bentuk *software* komputer berbasis multimedia interaktif yang membuat yang mengoperasikan menjadi seperti berada pada laboratorium nyata. Suatu konsep yang abstrak dapat menjadi lebih kongkrit dan mudah untuk dipahami dengan praktikum virtual. Praktikum virtual

⁴² Rusman, Dkk, *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi* (Jakarta: Rajawali Pers, 2015), h. 1.

⁴³ Supriyadi, *Op.Cit.*, h. 118.

berpotensi untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dan peningkatan secara signifikan.⁴⁴

D. *Android*

a. *Pengertian Android*

Sistem operasi yang dibuat untuk telepon seluler berbasis *Linux* biasa di sebut dengan *android*. *Android* merupakan penyedia layanan terbuka untuk para pengembang dapat membuat aplikasi nya sendiri yang dapat diakses oleh berbagai perangkat. Berawal dari pendatang baru yang membeli perangkat lunak untuk kebutuhan telephone genggam yaitu *Google Inc.* yang membeli *android inc.* Kemudian dibentuklah *android* untuk mengembangkan *Open Handset Alliance* yang tergabung dari 34 perusahaan perangkat keras, perangkat lunak dan telekomunikasi termasuk *Google*, *HTC*, *Intel*, *Motorola*, *Qualcomm*, *T-Mobile*, dan *NVidia*.

Android pertama kali dirilis pada tanggal 5 November 2007, *Open Handset Alliance* bersama *android* membuat pernyataan bahwa mereka mendukung pengembangan pada perangkat seluler dengan standar terbuka. kemudian *Google* merilis kode-kode *android* dibawah lisensi perangkat lunak dan standar terbuka perangkat seluler yang disebut *Apache*. Terdapat dua jenis penyalur sistem operasi *android* yaitu : (1)

⁴⁴ Nisya Rasyida, 'Efektifitas Pengembangan Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Sikap Ilmiah Siswa SMA Pada Konsep Metagenesis Tumbuhan Lumut Dan Paku', (*Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi, Maret 2015*), h. 268–269.

yang didukung sepenuhnya oleh *Google* atau *Google Mail Service* (GMS) dan, (2) yang tidak dikung sedikitpun oleh *Google* atau dapat dikatakan benar-benar bebas.⁴⁵

Android memiliki banyak variasi yang dapat digunakan pada *smartphone* dan alat elektronik lain. Terdapat karakteristik umum dari *smartphone android* yaitu : (1) terdapat tempat memory didalamnya, (2) sistem operasi nya berbasis *linux* 2.6 karnel dan dapat berjalan pada *Dalvik Virtual Machine* (DVM), (3) terdapat tiga besar file sistem yang umumnya digunakan dalam sistem operasi *android*. Namun, perlu diingat bahwa dalam *smartphone android* berbagai file sistem dapat berfungsi. Pada prinsipnya, jika file sistem tersebut dapat dimuat dalam *linux* dan berjalan pada penyedia layanan maka satu file sistem dapat berfungsi dalam *smartphone android*, (4) data pengguna disimpan didalam database SQLite.⁴⁶

Keamanan *andriod* menggunakan teknologi *enskripsi* yang merupakan fitur keamanan yang paling canggih dalam perkembangan sistem operasi *android*. Teknologi ini dimanfaatkan untuk menjaga data yang tersimpan yang bersifat rahasia yang terdapat didalam memory internal maupun memory external. Artinya, selama data tersebut masih terenkripsi maka seseorang dapat mengeluarkan data elektronik dari dalam *smartphone android* kapan saja jika dibutuhkan, maka data

⁴⁵ Firdan Ardiansyah, *Pengenalan Dasar Android Programming* (Depok: Biraynara, 2011), h. 1.

⁴⁶ Andri Puspo Herianto, *Mobile Phone Forensics: Theory* (Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET, 2016), h. 5.

elektronik tersebut tidak bisa dianalisis kedalam pages sepanjang pages tersebut *unwritten* atau dihapus. Akan tetapi, *flash memory* data dalam pages secara individual tidak dapat dihapus, melainkan harus dihapus seluruh pages dalam satu *block*.⁴⁷

b. Sejarah Sistem Operasi *Android*

Sistem operasi *android* yang didirikan pertama kali yaitu *android inc.* pada tahun 2003 oleh Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears, dan Chris White yang kemudian diakui oleh *Google* pada tahun 2005. Selanjutnya pada tahun 2007 perusahaan-perusahaan teknologi seperti, pabrik *handset*, *chipset*, dan operator seluler, bergabung untuk menciptakan satu standar untuk komponen telepon seluler. Hingga akhirnya OHA (*Open Handset Alliance*) berhasil mengembangkan sistem operasi *android* yaitu komponen telepon seluler yang gratis dan bersifat terbuka dan dibangun diatas izin *linux kernel 2.6*. Selanjutnya produk HTC Dream (T-Mobile G1) dikeluarkan pada tahun 2008 bulan oktober yaitu telepon seluler pertama yang menggunakan sistem operasi *android* yang dijual di Amerika Serikat dan beberapa Negara lain. Sejak saat itu, perkembangan *android* semakin pesat dengan versi yang sangat bervariasi untuk meningkatkan performa dan fitur-fitur terbaru. Perkembangan versi *android* dari tahun ke tahun dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

⁴⁷ *Ibid*, h. 6.

Tabel 2.1
Perkembangan Versi Sistem Operasi *Android*

No	Versi	Nama Versi (<i>Code Name</i>)	Tahun dikeluarkan
1.	<i>Android 1.0</i>	<i>Apple Pie</i>	2008
2.	<i>Android 1.1</i>	<i>Banana Bread</i>	2009
3.	<i>Android 1.5</i>	<i>Cupcake</i>	2009
4.	<i>Android 1.6</i>	<i>Donut</i>	2009
5.	<i>Android 2.0</i>	<i>Éclair</i>	2009
6.	<i>Android 2.2</i>	<i>Froyo</i>	2010
7.	<i>Android 2.3</i>	<i>Gingerbread</i>	2010
8.	<i>Android 3.0</i>	<i>Honeycomb</i>	2011
9.	<i>Android 4.0</i>	<i>Ice Cream Sandwich</i>	2011
10.	<i>Android 4.1</i>	<i>Jelly Bean</i>	2012
11.	<i>Android 4.4</i>	<i>KitKat</i>	2013
12.	<i>Android 5.0</i>	<i>Lollipop</i>	2014
13.	<i>Android 6.0</i>	<i>Marshmallow</i>	2015
14.	<i>Android 7.0</i>	<i>Nougat</i>	2016
15.	<i>Android 8.0</i>	<i>Oreo</i>	2017

Sumber : Andri Puspo Heriyanto, 114.

Tabel 2.2
Statistik Penggunaan *Android* Perversi

Version	Code Name	API	Distribution
2.2	<i>Froyo</i>	8	0.1%
2.3.3 - 2.3.7	<i>Gingerbread</i>	10	0,2%
4.0.3 – 4.0.4	<i>Ice Cream Sandwich</i>	15	0,3%
4.1.x	<i>Jelly Bean</i>	16	1,2%
4.2.x		17	1,9%
4.3		18	0,5%
4.4	<i>KitKat</i>	19	9,1%
5.0	<i>Lollipop</i>	21	4,2%
5.1		22	16,2%
6.0	<i>Marshadow</i>	23	23,5%
7.0	<i>Nougat</i>	24	21,2%
7.1		25	9,6%
8.0	<i>Oreo</i>	26	10,1%
8.1		27	2.0%

Sumber : Andri Puspo Heriyanto, 114.

E. Keterampilan Proses Sains

a. Pengertian Keterampilan Proses Sains

Asimilasi dari berbagai keterampilan intelektual yang dapat diterapkan pada proses pembelajaran disebut keterampilan proses sains. Piaget berpendapat bahwa untuk meningkatkan kemampuan berfikir peserta didik dapat dilakukan dengan cara mengkomunikasikan secara jelas contohnya dalam bentuk diagram, grafik, gambar, tabel, atau bahasa isyarat lainnya.

Sedangkan Brunner menyatakan bahwa jika seorang individu berfikir dan mengembangkan imajinasinya, maka sesungguhnya ia telah menggunakan kemampuan intelektualnya untuk berfikir, dan ia setuju bahwa peserta didik dapat didorong secara internal untuk membentuk intelektual secara benar melalui sarana keterampilan-keterampilan proses sains.

Pendapat lain dikemukakan oleh Ausubel yang menyatakan bahwa belajar akan menjadi lebih bermakna jika peserta didik dapat melakukan percobaan dan dapat menemukan konsep. terlebih lagi jika informasi yang didapatkannya berkaitan dengan konsep yang telah ada pada dirinya.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli diatas sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya dukungan terhadap pnggunaan KPS dalam pembelajaran, karena kegiatan belajar akan lebih bermakna apabila

peserta didik belajar dengan cara⁴⁸ mengembangkan berbagai aspek secara langsung. Hal itu dapat diwujudkan dengan menerapkan pendekatan keterampilan proses sains pada proses pembelajaran.

Dalam kegiatan pembelajaran keterampilan proses sains perlu diterapkan karena tidak efektif lagi menyampaikan fakta dan konsep kepada peserta didik dengan metode ceramah karena dapat mengakibatkan peserta didik hanya mempunyai banyak pengetahuan saja, namun tidak diajarkan untuk menemukan konsep.

Ahli psikologi berpendapat bahwa peserta didik lebih mudah dalam memahami suatu konsep yang abstrak jika didukung dengan situasi dan kondisi yang dihadapkan secara langsung dengan mencoba kembali menemukan konsep baru melalui percobaan langsung dengan menggunakan benda yang benar-benar nyata. Selain itu, suatu teori bisa dibantah atau ditolak apabila seseorang mendapatkan data baru yang dapat membuktikan ketidaktepatan teori yang digunakannya. Karena sebuah penemuan ilmiah masih tetap terbuka untuk dipertanyakan, diperdebatkan, dan diperbaiki. Oleh karena itu, peserta didik perlu dibina untuk berfikir dan bertindak kreatif.⁴⁹

⁴⁸ Muh Tawil & Liliyasi, *Keterampilan-Keterampilan Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*, (Makassar : UNM, 2014), h. 9.

⁴⁹ *Ibid*, h. 36.

b. Indikator Keterampilan Proses Sains

Tabel 2.3
Indikator Keterampilan Proses Sains

Jenis Keterampilan Proses Sains	Penjelasan	Indikator
Mengamati/ observasi	Tujuan dari kegiatan ini yaitu untuk melakukan pengamatan mengenai suatu fenomena sehingga bisa membedakan yang mana sesuai dan mana yang tidak sesuai dengan permasalahan yang sedang dipecahkan. Peserta didik melakukan pengamatan objek dan fenomena alam dengan menggunakan pancaindra guna memperoleh informasi yang optimal.	1. Menggunakan berbagai indera 2. Mengumpulkan / menggunakan fakta yang relevan
Mengelompokkan / mengklasifikasi	Keterampilan ini bertujuan untuk memilih berbagai objek berdasarkan sifat khususnya, sehingga diperoleh kelompok sejenis dari objek tersebut.	1. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah, 2. Mencari perbedaan, persamaan, 3. Mengkontraskan ciri-ciri, 4. Membandingkan, 5. Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan
Menafsirkan/ interpretasi	Kegiatan ini bertujuan untuk menginterpretasi hasil pengamatan yang telah dilakukan berdasarkan pada pola hubungan antara hasil pengamatan satu dengan yang lainnya.	1. Menghubung-hubungkan hasil pengamatan, 2. Menemukan pola / keteraturan, dalam suatu seri pengamatan, 3. Menyimpulkan.

Jenis Keterampilan Proses Sains	Penjelasan	Indikator
Meramalkan/ prediksi	Hasil yang telah diinterpretasi selanjutnya digunakan untuk membuat prediksi tentang kejadian yang belum diamati atau akan diamati. Memprediksi dilandaskan pada hubungan logis dari pengamatan yang telah diketahuinya untuk dapat membuat prediksi yang terpercaya tentang objek atau peristiwa, maka dapat dilakukan dengan memperhitungkan penentuan secara tepat perilaku terhadap lingkungan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan pola-pola atau keteraturan hasil pengamatan, 2. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum terjadi.
Melakukan komunikasi	Tujuan dari kegiatan ini yaitu untuk mengkomunikasikan baik proses maupun hasil percobaan yang didapatkan kepada pihak yang berkepentingan. Kegiatan ini dapat disampaikan dalam bentuk grafik, kata-kata, tabel, maupun bagan, dan secara lisan ataupun tertulis.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendeskripsikan atau menggambarkan data empiris hasil percobaan / pengamatan dengan grafik/ tabel/ diagram atau mengubahnya dalam bentuk salah satunya, 2. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas, 3. Menjelaskan hasil percobaan/ penyelidikan, 4. Membaca grafik/tabel/diagram 5. Mendiskusikan hasil kegiatan dari suatu masalah/peristiwa

Jenis Keterampilan Proses Sains	Penjelasan	Indikator
Mengajukan pertanyaan	Pertanyaan yang diajukan dapat berupa permintaan penjelasan, tentang apa, mengapa dan bagaimana, atau bertanya latar belakang hipotesis, pertanyaan meminta penjelasan mengenai pembahasan sel menunjukkan bahwa peserta didik ingin mengetahui hal tersebut. Pertanyaan tentang mengapa dan bagaimana sel menunjukkan bahwa siswa berfikir, pertanyaan mengenai latar belakang hipotesis berarti bahwa siswa telah mempunyai pengetahuan atau perkiraan untuk menguji suatu percobaan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa, Bertanya untuk meminta penjelasan, 2. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
Mengajukan hipotesis	Merupakan kemampuan untuk menyatakan perkiraan yang dianggap tepat tentang adanya faktor yang terdapat didalamnya, maka akan ada akibat tertentu yang dapat diduga akan muncul. Keterampilan ini dapat menghasilkan suatu rumusan masalah dalam sebuah kalimat pernyataan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui bahwa ada lebih dari suatu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian, 2. Menyadari bahwa satu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.
Merencanakan percobaan/ penyelidikan	Kegiatan ini bertujuan untuk mendeskripsikan variabel-variabel yang dimanipulasi dan direspon dalam suatu penelitian secara operasional, kemungkinan dikontrolnya variabel hipotesis yang diuji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan alat, bahan, atau sumber yang akan digunakan, 2. Menentukan variabel atau faktor-faktor

Jenis Keterampilan Proses Sains	Penjelasan	Indikator
	dan cara mengujinya, serta hasil yang diharapkan dari suatu penelitian yang akan dilaksanakan.	penentu, 3. Menentukan apa yang akan diatur, diamati, dicatat, 4. Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja.
Menggunakan alat/bahan/sumber	Kegiatan memakai alat dalam mengukur objek ini merupakan bagian yang penting dalam kehidupan. Karena dengan adanya pengukuran, peserta didik dapat membandingkan kejadian-kejadian dan benda-benda secara kuantitatif.	1. Memakai alat, bahan, atau sumber, 2. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat atau bahan / sumber.
Menerapkan konsep	Kegiatan ini merupakan kegiatan menggunakan konsep yang telah dipelajari kedalam situasi baru. Apabila peserta didik mampu menjelaskan peristiwa baru menggunakan konsep yang telah dimilikinya, berarti peserta didik telah menerapkan konsep yang telah dipelajarinya.	1. Menggunakan konsep/prinsip yang telah dipelajari dalam situasi baru, 2. Menggunakan konsep/prinsip pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.
Melaksanakan percobaan/penyelidikan	Melakukan eksperimen merupakan bentuk pengujian hipotesis. Dalam melakukan percobaan, semua variabel harus dijaga agar tetap sama.	1. Merumuskan dan menguji hipotesis 2. Mengajukan hipotesis. 3. Mengidentifikasi dan mengontrol variabel. 4. Mengevaluasi prediksi dan hipotesis berdasarkan pada hasil-hasil percobaan.

Sumber : Muh.Tawil & Liliarsari (2014)

F. Kajian Materi Sel

Sel merupakan materi yang dipilih dalam penelitian ini, sebagai wadah penggunaan media praktikum virtual berbasis *android* untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Adapun uraian materi sel dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4
Kajian Kurikulum 2013 pada Materi Sel

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Indikator	Uraian Materi
KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsive dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan	3.1. Memahami tentang komponen kimiawi penyusun sel serta ciri hidup pada sel yang ditunjukkan oleh struktur, fungsi, dan proses yang berlangsung didalam sel sebagai unit terkecil kehidupan. 3.2. Menganalisis berbagai proses pada sel yang meliputi: mekanisme transport pada membran, difusi, osmosis, transport aktif, endositosis, dan eksositosis, reproduksi, serta sintesis protein sebagai dasar pemahaman bioproses dalam sistem hidup.	1. Menjelaskan pengertian sel dan teori sel sebagai unit terkecil kehidupan. 2. Menjelaskan komponen kimiawi sel sebagai unit terkecil kehidupan. 3. Menjelaskan struktur dan fungsi organel-organel sel sebagai unit terkecil kehidupan. 4. Menemukan persamaan dan perbedaan sel hewan dan tumbuhan. 5. Menjelaskan mekanisme kerja transpor aktif dan transpor pasif sebagai	1. Komponen kimiawi penyusun sel. 2. Struktur dan fungsi bagian-bagian sel. 3. Kegiatan sel sebagai unit struktural dan fungsional makhluk hidup. Transport melalui membran. 4. Sintesis protein untuk menyusun sifat morfologis dan fisiologis sel. 5. Reproduksi sel sebagai kegiatan untuk membentuk morfologi tubuh dan memperbanyak tubuh.

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Indikator	Uraian Materi
<p>diri sebagai cerminan bangsa dalam peradaban dunia.</p> <p>KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural, pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara</p>	<p>4.1. Menyajikan model/charta/gambar yang mempresentasikan pemahamannya tentang struktur dan fungsi sel sebagai unit terkecil kehidupan</p> <p>4.2. Membuat model proses dengan menggunakan berbagai macam media melalui analisis hasil studi literature, pengamatan mikroskopis, percobaan, dan simulasi tentang bioproses yang berlangsung didalam sel.</p>	<p>dasar pemahaman bioproses dalam sistem hidup.</p> <p>6. Melakukan pengamatan dengan mikroskop terhadap sel hewan dan sel tumbuhan.</p> <p>7. Melakukan percobaan proses difusi, osmosis, dan plasmolisis.</p>	
<p>mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.</p>			

Sumber : Silabus SMA/MA 2013

Tabel 2.5
Uraian Materi

Materi	Uraian Materi
1. Komponen kimiawi penyusun sel.	<p>Sel pertama kali ditemukan oleh Robert Hooke pada tahun 1665, yaitu sel gabus. Pada saat itu Robert Hooke mengamati penampang melintang sayatan tipis gabus dari batang tumbuhan dibawah mikroskop. Ia melihat rongga kosong segi enam yang mirip kamar sehingga ia menamakannya sel (<i>cellula</i> = kamar). Kemudian dua ahli biologi dari Jerman, yaitu Mathias J. Schleiden dan Theodor Schwann pada tahun 1838 membuktikan bahwa sel hidup bukanlah kamar kosong, melainkan berisi cairan sitoplasma yang mendukung segala aktivitas dasar makhluk hidup. Kedua ahli tersebut kemudian membangun teori sel. Teori sel tersebut menyatakan bahwa semua makhluk hidup tersusun dari sel. Sel memiliki ukuran yang sangat kecil. Umumnya, sel berdiameter 1-100 μm atau memiliki volume 1-1000 μm^3. Komponen kimiawi sel terdiri dari : Protein, karbohidrat, lipid/lemak, asam nukleat, garam-garam/ion-ion, air dan vitamin.</p> <p>1) Protein</p> <p>Protein merupakan makromolekul. 50% dari berat kering organisme adalah protein. Protein yang paling kecilpun memiliki berat molekul sekitar 6000 lebih dari 1 juta. Protein terdiri dari satu atau lebih polimer yang linier dan tidak bercabang. Monomer yang membuat polimer disebut asam amino. Protein merupakan unsur penyusun protoplasma terbesar kedua setelah air. Protein yang terdapat didalam sel</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu protein structural dan protein fungsional. Protein structural merupakan protein penyusun organel sel seperti membrane sel, mitokondria, ribosom, dan kromosom. Sedangkan protein fungsional yaitu berbentuk enzim-enzim yang terdapat dimembran, mitokondria, vakuola, dan sitoplasma. Enzim-enzin inilah yang nantinya mengatur reaksi kimia yang menjaga sel tetap hidup. Selain itu, protein fungsional juga berperan dalam transport melewati membrane. Semua protein mengandung karbon, hydrogen, oksigen, dan nitrogen serta beberapa mengandung belerang.</p> <p>2) Karbohidrat</p> <p>Karbohidrat adalah senyawa yang terbentuk dari molekul karbon, hydrogen, dan oksigen. Sebagai salah satu jenis zat gizi, fungsi utama karbohidrat adalah sebagai penghasil energy didalam tubuh. Contoh dari karbohdrat sederhana adalah monosakarida seperti glukosa, fruktosa dan galaktosa. Didalam sel, karbohidrat memiliki daya ubah dan manfaat yang tinggi sebagai energy untuk metabolisme sel. Pada sel tumbuhan, karbohidrat tidak hanya berperan sebagai sumber energy, tetapi juga penting sebagai unsur structural, yaitu sebagai pembentuk dinding sel.</p> <p>3) Lipid/Lemak</p> <p>Lipid merupakan zat organik yang sangat hidrofobik yang berarti bahwa zat-zat tersebut sangat sulit larut</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut non polar seperti kloroform, eter, aseton, dan etanol. Didalam sel, terdapat berbagai jenis lipid. Lipid berperan sebagai pembentuk membrane sel bersama protein, mengatur sirkulasi lemak yang lain, dan sebagai sumber cadangan energi bagi sel.</p> <p>4) Asam Nukleat</p> <p>Pada organisme hidup, terdapat dua golongan besar asam nukleat, yaitu asam deoksiribonukleat atau DNA dan asam ribonukleat atau RNA. Kedua asam ini merupakan polimer liniaer yang tidak bercabang. Berat molekul berkisar antara 25.000 sampai 50 milyar, asam nukleat dapat dipecah menjadi monomer-monomer yang disebut nukleotida. Asam ini merupakan pengemban kode genetic dan dapat memproduksi atau mereplikasi dirinya dengan tujuan membentuk sel-sel baru untuk reproduksi suatu organisme.</p> <p>5) Air</p> <p>Air merupakan salah satu unsur terpenting dan merupakan bagian terbesar penyusun protoplasma sel. Air adalah pelarut terbaik untuk bahan-bahan anorganik. Air berperan untuk menjaga keseimbangan pH cairan sel sehingga reaksi metabolisme yang melibatkan enzim dapat berjalan. Karena air dapat membeku pada suhu 0°C, maka kebanyakan akan rusak jika suhunya turun dibawah suhu tersebut dan Kristal es akan terbentuk disitoplasma.</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>6) Garam</p> <p>Garam-garam yang terdapat didalam sel dalam bentuk ion-ionnya, contohnya natrium klorida terdapat didalam sel dalam bentuk ion-ion natrium (Na^+) dan ion-ion klorida (Cl^-). Ion-ion tersebut dapat bergerak bebas didalam sel atau melekat pada molekul-molekul lain, misalnya pada protein atau lemak. Ion garam berfungsi untuk membantu memelihara stabilitas pH dan mengatur tekanan osmosis sel.</p> <p>7) Vitamin</p> <p>Vitamin berperan penting dalam reaksi-reaksi kimia didalam sel yang terdiri dari organel-organel sel antar lain yaitu : membrane plasma, nucleus, sitoplasma, ribosom, retikulum endoplasma, apparatus golgi, lisosom, vakuola, mitokondria, peroksisom, kloroplas, sitoskeleton, mikrotubulus, sentriol, mikrofilamen, sentrosom, matrik ekstraseluler, dinding sel, silia dan flagela.</p>
2. Struktur dan fungsi bagian-bagian sel.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membran plasma yaitu selaput paling luar yang tersusun dari senyawa kimia fosfolipid, protein, dan karbohidrat. Membran plasma ini berfungsi sebagai pintu gerbang yang dilalui zat, baik masuk ataupun keluar sel. 2. Nukleus (inti sel) adalah bagian sel yang paling mencolok diantara organel-organel sel lainnya. Fungsi dari nukleus ini yaitu: untuk mengendalikan proses berlangsungnya proses metabolisme didalam sel, menyimpan informasi genetic dalam bentuk DNA, mengatur kapan dan dimana ekspresi gen-gen harus

Materi	Uraian Materi
	<p>dimulai, dijalankan, dan diakhiri, sebagai tempat terjadinya replikasi dan transkripsi.</p> <p>3. Sitoplasma atau di sebut dengan cairan sel merupakan matriks yang berada dibagian dalam membran plasma tetapi diluar nukleus. Sitoplasma tersusun dari sitosol yang bersifat koloid, sitoskeleton, dan organel-organel. Fungsi dari sitoplasma yaitu : tempat terjadinya metabolisme sitosolik serta tempat terjadinya sintesis protein oleh ribosom, sebagai tempat penyimpanan bahan kimia yang berguna bagi metabolisme sel, misalnya enzim, protein, dan lemak, sebagai sarana atau fasilitator agar organel tertentu didalam sel dapat bergerak, hal ini dikarenakan adanya aliran sitoplasma.</p> <p>4. Ribosom merupakan butiran kecil nucleoprotein yang tersebar didalam sitoplasma. Bahan penyusun ribosom adalah protein dan RNA ribosomal (RNAr). Ribosom berfungsi untuk melakukan sintesis protein. Retikulum endoplasma (RE) ini tersusun dari kantung pipih dan tabung dua lapis membran yang meluas dan menutupi sebagian besar sitoplasma. Rtikulum endoplasma ini memiliki dua macam yaitu RE kasar dan RE halus. RE kasar berfungsi sebagai tempat sintesis protein yang akan ditempatkan dimembran sel dan diluar sel. Sedangkan RE halus berfungsi sebagai tempat sintesis lipid, metabolisme karbohidrat, dan detoksifikasi (penghilang racun) obat-obatan.</p> <p>5. Apparatus golgi atau biasa disebut badan golgi ini merupakan kantung pipih yang bertumpuk yang tersusun dari ukuran besar hingga ukuran kecil dan</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>terikat membran. Badan golgi berfungsi untuk memproses protein dan molekul lain yang akan dibawa keluar sel atau ke membran sel.</p> <p>6. Lisosom adalah vesikel membran berkantung yang mengandung enzim-enzim hidrolitik yang bekerja pada kondisi asam. Lisosom ini terbentuk daripertunasan vesikel badan golgi. Lisosom berfungsi untuk mencerna makromolekul secara intraseluler dan merusak sel-sel asing.</p> <p>7. Vakuola adalah organel bermembran yang berisi cairan vakuola. Vakuola terdapat pada sel hewan dan sel tumbuhan. Namun vakuola pada sel tumbuhan memiliki bentuk dan fungsi yang lebih nyata dibandingkan vakuola pada sel hewan. Sentiol merupakan sepasang struktur seperti silinder yang memiliki lubang ditengah dan tersusun dari protein mikrotubulus. Sentiol berperan untuk mengatur polaritas pembelahan sel hewan dan mengatur pemisahan kromosom selama pembelahan sel.</p> <p>8. Dinding sel merupakan lapisan terluar dari sel. Bahan utama penyusun dinding sel yaitu berupa zat kayu, yaitu selulosa yang tersusun dari glukosa. Selain selulosa, dinding sel juga mengandung zat lain, seperti pektin, hemiselulosa, dan glikoprotein.</p> <p>9. Peroksisom berbentuk seperti lisosom berisi enzim oksidatif dan katalase. Enzim oksidatif yang terdapat dalam peroksisom mentransfer hydrogen dari berbagai substrat ke oksigen dan menghasilkan produk sampingan berupa hydrogen peroksida (H_2O_2).</p>

Materi	Uraian Materi
<p>3. Kegiatan sel sebagai unit struktural dan fungsional makhluk hidup.</p>	<p>1. Sel Prokariotik</p> <p>Sel prokariotik adalah sel yang tidak memiliki membran inti. Sel prokariotik berukuran 1-10μm. sel ini memiliki materi genetic berupa DNA yang tidak dibungkus oleh membrane inti. DNA pada sel prokariotik disebut nukleoid. Diluar nukleoid terdapat juga DNA sirkular lain dengan ukuran lebih kecil yang disebut plasmid. Sebagian besar sel prokariotik memiliki dinding sel. Aktivitas sel terjadi pada membran plasma dan didalam sitoplasma. Contoh dari sel prokariotik adalah <i>Cyanobacteria</i> dan sel bakteri. Sel Eukariotik</p> <p>2. Sel eukariotik merupakan sel yang memiliki membran inti sehingga terjadi pemisahan antara inti sel dan sitoplasma. Keatuan inti sel dan sitoplasma pada sel eukariotik disebut protoplasma. Sel eukariotik ini memiliki ukuran 10-100μm. materi genetic (DNA) berada didalam inti sel yang dibungkus oleh membran inti. Sel eukariotik memiliki sejumlah organel yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Contoh dari sel eukariotik adalah sel hewan dan sel tumbuhan.</p>
<p>3. Transpor melalui membran.</p>	<p>1. Transpor Aktif</p> <p>Transpor aktif merupakan kegiatan yang memerlukan energi untuk membawa molekul dari satu sisi membran ke membran lainnya. Selain itu, transpor aktif juga memerlukan protein membran yang berperan sebagai kendaraan untuk melewati membran. Transpor aktif terjadi dengan membawa</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>molekul melawan gradient konsentrasi. Artinya, transpor molekul terjadi dari konsentrasi lebih rendah menuju konsentrasi yang lebih tinggi. Transpor aktif dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu : pompa ion, kotranspor, dan endositosis.</p> <p>2. Transpor Pasif</p> <p>Transpor pasif merupakan transpor ion, molekul, dan senyawa yang tidak memerlukan energi untuk melewati membran plasma. Transpor pasif mencakup <i>difusi</i> dan <i>osmosis</i>. <i>Difusi</i> dibedakan menjadi <i>difusi</i> dipermudah dengan saluran protein dan difusi.</p>
<p>4. Sintesis protein untuk menyusun sifat morfologis dan fisiologis sel.</p>	<p>Sintesis protein adalah proses pembuatan protein yang dilakukan oleh DNA, RNAt, RNAd, ribosom, dan asam amino. Dalam proses pembuatan protein ini melalui dua tahapan, yaitu : proses transkripsi dan proses translasi.</p> <p>1. Transkripsi</p> <p>Transkripsi merupakan sintesis RNA dibawah arahan DNA. Kedua asam nukleat tersebut menggunakan bahasa yang sama, dan informasi hanya ditranskripsi atau disalin dari satu molekul menjadi molekul lain. Selain menjadi cetakan untuk sintesis untai komplementer baru saat replikasi DNA, untai DNA juga bisa berperan sebagai cetakan untuk merakit sekuens nukleotida RNA komplementer. Proses transkripsi memiliki tiga tahapan, yaitu : Inisiasi, pemanjangan, dan terminasi.</p> <p>2. Translasi</p> <p>Translasi merupakan sintesis polipeptida yang terjadi</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>dibawah arahan mRNA. Selama tahap ini terjadi perubahan bahasa. Pada proses ini, sel harus menerjemahkan atau mentranslasi sekuens basa molekul mRNA menjadi sekuens asam amino polipeptida. Translasi ini terjadi di ribosom. Translasi juga memiliki tiga tahapan, yaitu : inisiasi, pemanjangan, dan terminasi.</p>
<p>5. Reproduksi sel sebagai kegiatan untuk membentuk morfologi tubuh dan memperbanyak tubuh.</p>	<p>Salah satu ciri terbaik untuk makhluk hidup dengan materi tak hidup yaitu kemampuan organisme untuk bereproduksi. Proses pembelahan sel merupakan bagian integral dari siklus sel. Kehidupan sel dimulai dari saat pertama kali ia terbentuk dari sel induk yang membelah hingga menjadi dua sel. Sebagaimana dijelaskan dalam ayat al-Quran surat at-Taghabun ayat 3 dibawah ini :</p> <p>خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ وَصَوَّرَكُمْ فَأَحْسَنَ صُورَكُمْ وَإِلَيْهِ الْمَصِيرُ ﴿٣﴾</p> <p>“Dia menciptakan langit dan bumi dengan haq. Dia membentuk rupamu dan dibaguskanNya rupamu itu dan hanya kepada Allah-lah kembali(mu)”. (Qs. At-Taghabun:3)</p> <p>Sel memiliki dua cara pembelahan, yaitu pembelahan mitosis dan pembelahan meiosis.</p> <p>1. Pembelahan mitosis</p> <p>Pembelahan mitosis merupakan pembelahan sel melalui tahap-tahap yang teratur. Pembelahan mitosis ini terjadi pada organisme multiseluler seperti pada sel</p>

Materi	Uraian Materi
	<p>hewan, sel tumbuhan, dan sel manusia. Pembelahan sel mitosis memiliki 6 tahapan yaitu : interfase, profase, prometafase, metafase, anafase, dan telofase.</p> <p>2. Pembelahan meiosis</p> <p>Pembelahan meiosis ini disebut juga pembelahan reduksi. Pembelahan ini terjadi didalam kelenjar kelamin. Pada pembelahan ini juga melalui tahap-tahap pembelahan sel seperti pada pembelahan mitosis, namun didalam prosesnya terjadi pengurangan jumlah kromosom menjadi setengahnya. Pembelahan meiosis memiliki 2 tahap penting yang dikenal dengan istilah meiosis I dan II. Masing-masing dari tahap tersebut terbagi lagi tahapannya seperti pada pembelahan mitosis.</p>

Sumber : Campbell, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid I*, (Jakarta : Erlangga, 2010)



G. Story Board Produk Media Praktikum Virtual Berbasis *Android*

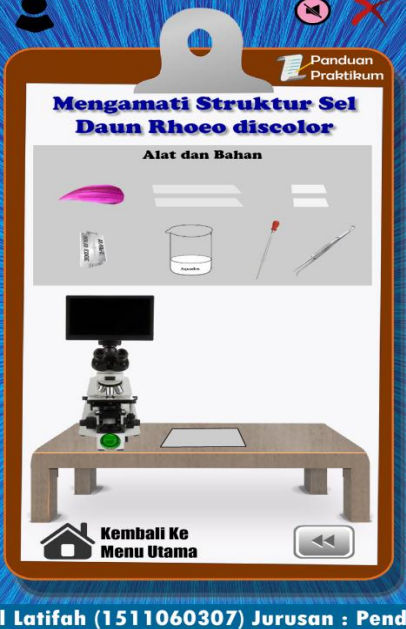

Story board media pembelajaran aplikasi praktikum virtual berbasis *Android* untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI ditingkat SMA/MA dapat dilihat pada tabel di bawah ini:


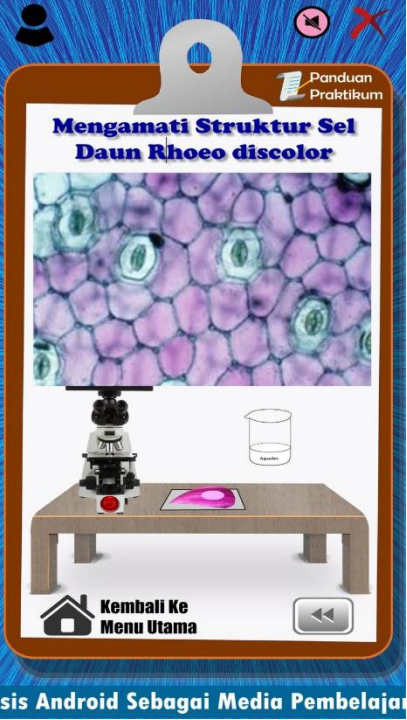
No	Bagian – Bagian	Gambar	Keterangan
1	Icon aplikasi		Tampilan aplikasi pada layar android.
2	Tampilan awal		Pada tampilan awal berisi nama aplikasi yang dikembangkan beserta judul materi, logo UIN, sound on/off, dan nama pengembang produk. Selain itu juga terdapat tombol mulai yang dapat mengarahkan pengguna (peserta didik) ke halaman menu utama.



No	Bagian - Bagian	Gambar	Keterangan
3	Menu utama		Menu utama berisi beberapa menu yang terdapat di aplikasi praktikum virtual.
4	Halaman SK, KD, Indikator		Berisi penjabaran standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator.

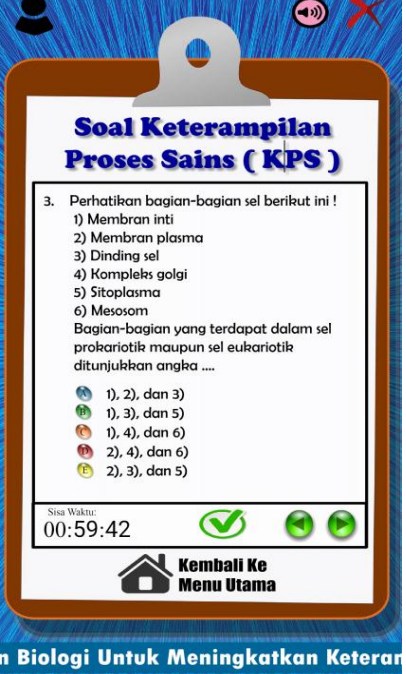
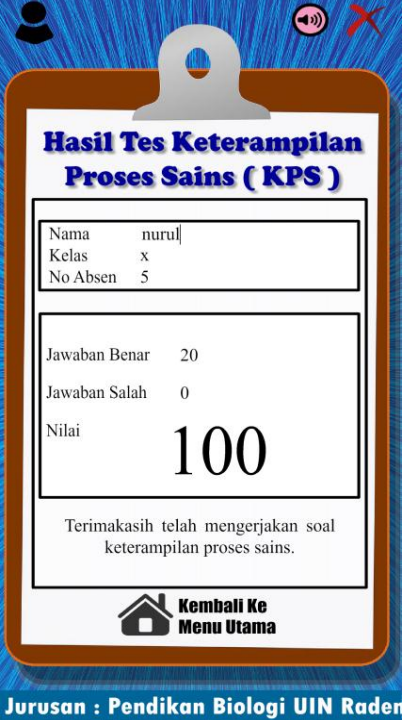
No	Bagian - Bagian	Gambar	Keterangan
5	Menu materi		<p>Didalam menu materi berisi uraian materi sel yang sudah disesuaikan dengan indikator.</p>
6	Menu praktikum		<p>Berisi pilihan praktikum sel tumbuhan dan sel hewan</p>



No	Bagian - Bagian	Gambar	Keterangan
7	Menu praktikum sel tumbuhan		Berisi tema praktikum tentang sel tumbuhan.
8	Halaman laboratorium virtual pengamatan sel bawang merah		Berisi alat dan bahan yang dapat di gunakan untuk praktikum secara virtual (simulasi) serta terdapat petunjuk praktikum sel bawang merah.

No	Bagian - Bagian	Gambar	Keterangan
9	Halaman laboratorium virtual pengamatan sel daun Rhoeo discolor		Berisi alat dan bahan yang dapat di gunakan untuk praktikum secara virtual (simulasi) serta terdapat petunjuk praktikum sel daun Rhoeo discolor.
10	Halaman laboratorium virtual pengamatan sel epitel rongga mulut.		Berisi alat dan bahan yang dapat di gunakan untuk praktikum secara virtual (simulasi) serta terdapat petunjuk praktikum sel epitel rongga pipi.

No	Bagian - Bagian	Gambar	Keterangan
11	Halaman hasil pengamatan sel bawang merah.		Berisi gambar sel bawang merah yang dapat di perbesar untuk diamati bagian-bagiannya.
12	Halaman hasil pengamatan sel daun Rhoeo discolor		Berisi gambar sel daun Rhoeo discolor yang dapat di perbesar untuk diamati bagian-bagiannya.

No	Bagian – Bagian	Gambar	Keterangan
13	Halaman hasil pengamatan sel epitel rongga mulut		Berisi gambar sel epitel rongga mulut yang dapat di perbesar untuk diamati bagian-bagiannya.
14	Menu evaluasi		Berisi soal-soal keterampilan proses sains dalam bentuk pilihan ganda.

No	Bagian – Bagian	Gambar	Keterangan
15	Halaman tes keterampilan proses sains		Berisi tampilan soal-soal keterampilan proses sains.
16	Halaman hasil tes keterampilan proses sains		Berisi nilai hasil tes keterampilan proses sains.

No	Bagian – Bagian	Gambar	Keterangan
17	Halaman Profil		Berisi data diri dari pengembang aplikasi praktikum virtual berbasis android.
18	Halaman Exit		Berisi pilihan untuk keluar/ menghentikan aplikasi.

H. Penelitian yang Relevan

Berdasarkan kajian teori yang telah dilakukan, berikut ini akan dikemukakan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti sebagai berikut :

Penelitian yang telah dilakukan oleh Ade Suryanda, Rusdi, Dewi Kusumawati dalam penelitian yang berjudul “Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI”. Hasil penelitian dibuktikan bahwa praktikum virtual urinalisis sebagai media pembelajaran Biologi telah berhasil dikembangkan dan mendapatkan nilai interpretasi sangat layak sehingga media ini dapat digunakan sebagai salah satu variasi media pembelajaran pada mata pelajaran Biologi untuk siswa SMA kelas XI.⁵⁰

Penelitian yang dilakukan oleh Aden Arif Gaffar yang berjudul “Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Materi Invertebrata”. Hasil penelitian menunjukan bahwa sikap ilmiah peserta didik mengalami peningkatan yang signifikan setelah pembelajaran berbasis praktikum virtual dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan praktikum verifikasi. Peningkatan sikap ilmiah tergolong dalam kategori sedang untuk kelas eksperimen dan kategori rendah untuk kelas kontrol. Program praktikum virtual ini bukan sebagai pengganti

⁵⁰ Ade Suryanda, 'Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI', (*Jurnal Biosfer*, Vol 10 No 1, 2017), h. 6.

laboratorium nyata, tetapi sebagai pelengkap bagi pembelajaran dengan materi yang cukup sulit terealisasi pada praktikum verifikasi biasa.⁵¹

Penelitian yang dilakukan oleh Nora Ilfira Yulastri, Nyoman Rohadi, dan Desy Hanisa Putri yang berjudul “Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep melalui Model *Learning Cycle 5E* Berbantuan *Virtual Lab* pada Materi Usaha dan Energi”. Hasil menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* berbantuan dengan *Virtual Lab* dapat meningkatkan aktivitas belajar peserta didik pada materi Usaha dan Energi. Selain itu, penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* berbantuan dengan *Virtual Lab* juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan pemahaman konsep peserta didik. Hal tersebut dibuktikan dengan pencapaian skor yang selalu meningkat setiap siklus hingga mencapai rata-rata sekitar 86.20%.⁵²

Penelitian yang dilakukan oleh Arum Adita dan Teguh Julianto dengan judul “Penyusunan *Virtual Laboratory* Sebagai Media Pembelajaran Biologi”. Berdasarkan hasil penyusunan *Virtual Laboratory* didapatkan hasil skor keseluruhan 105,5 dan berada dalam rentang $85 < x < 110,5$ dengan kriteria baik menurut validator. Hasil penilaian dari pendidik dan peserta didik juga berada dalam rentang baik dan sangat baik. Maka dapat

⁵¹ Aden Arif Gaffar, 'Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Materi Invertebrata', (*Jurnal Bio Educatio*, Vol 1, No 1, 2016), h. 18.

⁵² Nora Ilfira Yulastri, 'Peningkatan Keterampilan Proses Sains Dan Pemahaman Konsep Melalui Model Learning Cycle 5E Berbantuan Virtual Lab Pada Materi Usaha Dan Energi', (*Jurnal Kumparan Fisika*, Vol 1 No 3 2018), h. 82.

disimpulkan bahwa *Virtual Laboratory* yang disusun layak digunakan untuk pembelajaran biologi.⁵³

Penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi yang berjudul “Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Siswa SMA”. Hasil yang didapatkan yaitu praktikum virtual pada konsep daur biogeokimia secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan berfikir kritis peserta didik kelas X. peningkatan ini dikarenakan praktikum virtual dapat memberikan pengalaman pada peserta didik untuk merumuskan masalah, melakukan penyelidikan, menginterpretasi data, dan membuat kesimpulan, sehingga dapat meningkatkan sikap ilmiahnya.⁵⁴

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan tentang pengembangan media praktikum virtual masih belum ada yang menggunakan teknologi *android* dan pada materi sel. Oleh karena itu, peneliti ingin mengembangkan media praktikum virtual dengan inovasi baru yaitu dengan memanfaatkan teknologi *android* dan pada materi yang berbeda dengan peneliti terdahulu yaitu pada materi sel.

I. Kerangka Berpikir

Proses pembelajaran biologi merupakan proses yang harus melibatkan keaktifan peserta didik. Dalam pembelajaran biologi, pendidik harus memilih metode yang tepat agar dapat menciptakan pembelajaran yang efektif dan

⁵³ Arum Adita, 'Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi', (*Jurnal PPKM II*, 2016), h. 69.

⁵⁴ Supriyadi, 'Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Siswa SMA', (*Jurnal Biosfer*, Vol 8 No 2, 2017), h. 129.

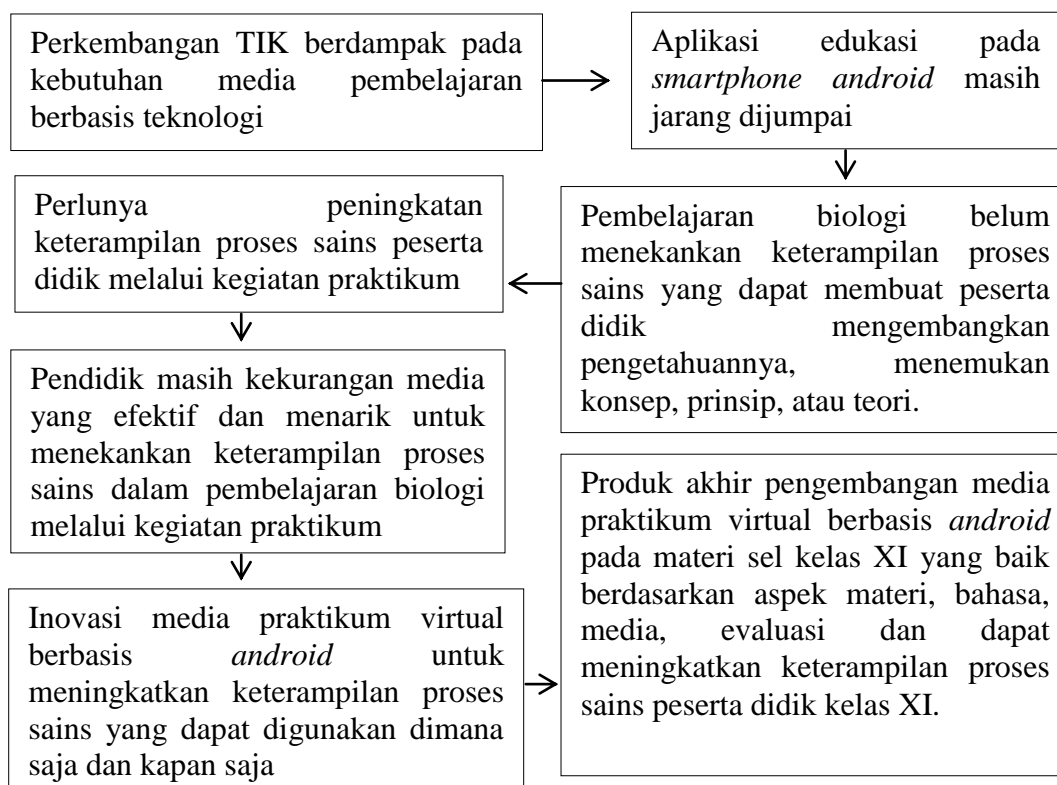
menarik. Belajar biologi tidak semata-mata hanya menghafal konsep-konsep saja, melainkan lebih kepada menemukan konsep baru melalui kegiatan eksperimen. Pembelajaran biologi tidak dapat terlepas dari kegiatan praktikum karena dengan adanya kegiatan praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik sehingga peserta didik dapat mengembangkan pengetahuannya, menemukan konsep, prinsip, dan teori. Keterampilan proses sains memiliki 11 indikator yaitu observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, melakukan komunikasi, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, dan melaksanakan percobaan.

Namun pada kenyataannya, pendidik masih belum menekankan keterampilan proses sains dalam pembelajaran biologi, karena melihat dari proses pembelajaran yang dilakukan pendidik masih jarang melakukan kegiatan praktikum. Pendidik seringkali mengganti kegiatan praktikum dengan kegiatan ceramah, dan sesekali menggunakan media berupa *power point*, buku dan internet sehingga peserta didik merasa bosan dan sulit untuk memahami materi yang disampaikan pendidik. Akibatnya, peserta didik menjadi pasif dan keterampilan proses sainsnya menjadi rendah.

Perkembangan teknologi, informasi, dan komunikasi (TIK) saat ini sudah sangat pesat sehingga mempengaruhi dalam dunia pendidikan yang dapat dimanfaatkan untuk membantu proses pembelajaran. Dengan adanya pemanfaatan TIK dalam proses pembelajaran dapat membuat pergeseran dalam proses pembelajaran, dari kegiatan praktikum yang biasanya dilakukan

dilaboratorium dapat dilakukan menggunakan praktikum virtual berbasis *Android* yang penggunaanya tidak dibatasi tempat dan waktu, jadi bisa dilakukan dimana saja dan kapan saja. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran dibutuhkan media pembelajaran yang menarik, interaktif, praktis, dan mudah diakses.

Solusi untuk mengatasi keadaan tersebut yaitu, pembuatan media praktikum virtual berbasis *android* pada materi sel untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Media praktikum virtual berbasis *android* ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dan dapat menjadi referensi bahan ajar bagi pendidik.



Gambar 2.1
Kerangka Berpikir

DAFTAR PUSTAKA

- Adita, Arum. Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *PPKM II*, (2016).
- Andi. *Mudah Belajar Mikrotik Menggunakan Metode Virtualisasi*. Semarang: Wahana Komputer. 2014.
- Anwar, Chairul. *Hakikat Manusia dalam Pendidikan*. Jakarta: SUKA Press. 2014.
- Anwar, Chairul. *Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer*. Yogyakarta: IRCiSoD. 2017.
- Ardiansyah, F. *Pengenalan Dasar Android Programming*. Depok: Biraynara. 2011.
- Arikunto, Suharsimi. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara. 2012.
- Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers. 2013.
- Azwar, Syaifuddin. *Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2015.
- Campbell Reece Urry, et. Al. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga. 2008.
- Chalim, Saifuddin. Strategi Lembaga Pendidikan Menghadapi Tantangan Masa Kini. *Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2). (2018).
- Darmawan, Deni. *Mobile Learning Sebuah Aplikasi Teknologi Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers. 2016.
- Daryanto. *Strategi dan Tahpan Mengajar: Bekal Keterampilan Dasar Bagi Guru*. Bandung: Yrama Widya. 2013.
- Djamarah, Syaiful, Bahri. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta. 2010.
- Gaffar, Arif, Aden. Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Materi Invertebrata. *Jurnal Bio Educatio*, 1(1). (2016).
- Gunawan. Virtual Laboratory To Improve Students' Problem-Solving Skills On Electricity Concept. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2). (2017).

- Hamid, Hamdani. *Pengembangan Sistem Pendidikan Di Indonesia*. Bandung: Pusaka Setia. 2013.
- Hasbullah. *Dasar-Dasar Ilmu Pendidikan*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada. 2012.
- Herianto, Andri, Puspo. *Mobile Phone Forensics: Theory*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET. 2016.
- Iswan. Penguatan Pendidikan Karakter Perspektif Islam dalam Era Millenial IR. 4.0. *PROSIDING*. (2018).
- Liliasari, Muh. Tawil. *Keterampilan-Keterampilan Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Makassar: UNM. 2014.
- Margono. *Metode penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta. 2010.
- Maryanti, Sri. Pengembangan Bahan Ajar Superkelas Pisces (Ikan) Berbantuan Praktikum Virtual Pada Mata Kuliah Zoologi Vertebrata. *Unnes Science Education Journal*, 5(3). (2016).
- Munir. *Pembelajaran Digital*. Bandung: ALFABETA. 2017.
- Muyaroah, Siti. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android dengan menggunakan Aplikasi Adobe Flash CS 6 pada Mata Pelajaran Biologi. *IJCET*, 6(2). (2017).
- Pransiska, Fifa. The Application Of Guided Inquiry Approach Based On Virtual Laboratory To Increase Students' Learning Outcome Of Global Warming In SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 06(03). (2017).
- Rasyida, Nisya. Efektifitas Pengembangan Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah Siswa SMA Pada Konsep Metagenesis Tumbuhan Lumut dan Paku. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 4. (2015).
- Riduwan. *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: ALFABETA. 2009.
- Rusman. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jakarta: Rajawali Pers. 2015.
- Setyosari, Pujiani. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Jakarta: Kencana. 2013.

- Siong, Wong Wong. Pembelajaran Berasaskan Permainan dalam Pendidikan STEM dan Penguasaan Kemahiran Abad Ke-21. *Jurnal of Social Sciences and Humanities*, 3. (2018).
- Sudijono, Anas. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers. 2013.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan RnD*. Bandung: ALFABETA. 2016.
- Sukardi. *Evaluasi Pendidikan: Prinsip dan Operasinya*. Jakarta: Bumi Aksara. 2011.
- Supriyadi. Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Siswa SMA. *Biosfer*, 8(2). (2017).
- Suryanda, Ade. Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI. *Biosfer*, 10(1). (2017).
- Undang-Undang SISDIKNAS (Sistem Pendidikan Nasional)*. Jakarta: Redaksi Sinar Grafika. 2014.
- Wiarto, Giri. *Media Pembelajaran Dalam Pendidikan Jasmani*. Yogyakarta: Laksitas. 2016.
- Wurianto, Arif, Budi. Literasi Bahasa dan Sastra Indonesia Menuju Kewirausahaan Profesi Di Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 (Peluang dan Tantangan). *Prosiding SENASBASA*. (2019).
- Yulasti, Nora. Ilfira. Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep melalui Model Learning Cycle 5E Berbantuan Virtual Lab pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1(3). (2018).